

यदि माश्वमिक सौर दिवसों में व्यक्त किया जाय तो फल उस समय का सापत्तिक बाल होगा। वर्षों की गणना किसी विशेष समय से आरम्भ करके होती है। पर प्राचीन भारतीय ज्योतिषी वर्षों की गणना युग-पद्धति द्वारा करते थे। युगों के मान भिन्न-भिन्न ग्रहों तथा उनके पात उच्च आदि विन्दुओं के भगणकाल (Periods of zodiacal Revolution) के लघुत्तम समापवर्त्य हैं। कृत, रेता, द्रापर तथा कलि चारों युगों का सम्मिलित काल चतुर्युग है। चतुर्युग के क्रमशः १८, १८, १८ तथा १८ भाग चारों युगों के पृथक् मान हैं।

एक चतुर्युग में सूर्य, बुध तथा शुक्र के ४,३२०,००० भगण, चन्द्र के ५७,७५३, ३३६ भगण, पृथ्वी (अथवा नक्षत्र) के १,५२२,२३७,५०० भगण (यह नाक्षत्र ग्रहोद्गम अथवा पृथ्वी की अपनी ध्रुवा पर घूमने की सख्या है) मंगल के २, २६६, ८१४ भगण, बृहस्पति के ३६४, २२४ भगण तथा शनि के १४६, ५६४ भगण होते हैं। प्रत्येक चतुर्युग के आरम्भ में सभी ग्रह रेवती नक्षत्र के योग तारा S—मीन (S—Pis Cium) के समभोगी रहते हैं। ब्रह्मा के १ दिन में १४ मनु होते हैं तथा एक मनु में ७२ मयायुग। ६ मनु पूरे बीत गये तथा वर्तमान चतुर्युग के तीन पाद (कृत, रेता, द्रापर) भी बीत गये। बुधिश्वर ने गुहवार तक राज्य किया। शुक्रवार को कलियुग आरम्भ हुआ। जुलिअन पचास के अनुसार यह ईसवी सन् पूर्व ३१०२ की १७ फरवरी (गुहवार) की मध्यराति से आरम्भ हुआ। इस समय सभी ग्रह रेवती नक्षत्र में अवस्थित थे; पर उनके भोग एक नक्षत्र की सीमा के अन्तर्गत एक दूसरे से भिन्न थे। पर ग्रहों के भोग सृष्टि के आरम्भ में सर्वथा समान थे। सिद्धान्त-पद्धति के अनुसार सृष्टि के आरम्भ से वर्तमान चतुर्युग के आरम्भ तक १,६५३,७२०,००० नाक्षत्र सौरवर्ष बीते। काशी विश्वपंचामा इसी पद्धति से ब्रजता है। उसने अनुसार स० २००६ विक्रमी के आरम्भ में सृष्टि के आरम्भ से १६५५८८८५३ नाक्षत्र सौर वर्ष व्यतीत हो चुके थे। सृष्टि के आरम्भ से व्यतीत दिनों में सात से भाग देकर जो शेष बचे, उसकी गणना रविवार से आरम्भ करके उस दिवस के राज्य का निश्चय होता है। प्राचीन पद्धति के अनुसार शनि, बृहस्पति, मंगल, सूर्य, शुक्र, बुध अथवा चन्द्र क्रमशः एक दूसरे के नीचे हैं। इन्हें चक्ररूप में लिपित कर प्रति चतुर्थ ग्रह सृष्टि के आरम्भ से व्यतीत दिनों के स्वामी माने जाते हैं। यथा—

(७)

शनि

(२) सोम	शुक्र (५)
(४) बुध	मंगल (३)
(६) शुक्र	रवि (१)

(आर्यभटीय कालक्रिया-१६)

भारतीय सौर वर्ष नाक्षत्र सौरवर्ष है, सापत्तिक नहीं। इस कारण भारतीय वर्षारम्भ की ऋतु क्रमशः परिवर्तित होती जा रही है। अयन-चलन के कारण वसंत-सप्तमि प्रति वर्ष थोड़ा थोड़ा पूर्व से पश्चिम स्थिरकृता जाता है। इससे १००० वर्ष में लगभग १४

दिनों का अन्तर होता है। जुलियस सीजर तथा उसके पश्चात् पोप ग्रेगरी ने पाश्चात्य सौरवर्ष को शुद्ध सापातिक या सायन वर्ष के समान कर लिया। ग्रेगरी की पद्धति में ४०० वर्षों में ६७ 'लीपइयर' अर्थात् २६ दिन के परवरीवाले वर्ष होते हैं। इस पद्धति में १००, २०० तथा ३०० वें वर्षों को छोड़कर अन्य सभी ४ से भाज्य वर्षों में २६ दिन की परवरी होती है। अतः ग्रेगरी वर्ष का मान

$$\frac{४०० \times ३६५ + ६७}{४००}$$

$$४००$$

$$= ३६५.२४२५ \text{ है।}$$

सायन सौर वर्ष का मान ज्योतिषी निडकोम्ब के अनुसार

$$३६५.२४२$$

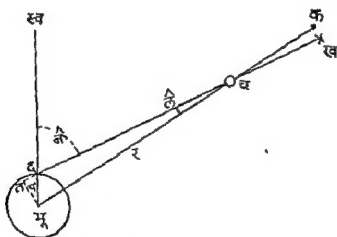
'व' वर्तमान

ईसवी सन् की ६

पन्दरहवाँ अध्याय

लम्बन (Parallax)

खगोल पर ग्रह-नक्षत्रों के स्थान पृथ्वी के केन्द्र की अपेक्षा दिये होते हैं। वास्तव में दर्शक पृथ्वी को धरातल पर होता है। इससे नक्षत्रों के पारस्परिक स्थान में तो विशेष अंतर नहीं होता; पर ग्रहों तथा विशेष कर चन्द्रमा के स्थान में अंतर हो जाता है। इस अंतर को 'लम्बन' कहते हैं। (ग्राह्यमटीय गोलपाद ३४ सूर्य सिद्धान्त ५/१-२) चित्र ४५ में पृथ्वी का केन्द्र 'भू' है, दर्शक का स्थान 'द' है, 'च' चन्द्र है तथा 'क' 'ख' दो अति दूर



चित्र ४५

तारे हैं। यदि 'भू' से 'च' 'क' की सीध में दिखाई दे तथा 'द' से 'ख' की सीध में देख पड़े, तो 'क' 'ख' का कोणीयान्तर चन्द्रमा का लम्बन हुआ।

इस लम्बन का मान पृथ्वी के आकार तथा चन्द्र की दूरी पर निर्भर करेगा। पृथ्वी का आकार प्राचीन काल में भी दक्षिणोत्तर दिशा में प्रति अक्षांश के अन्तर में कितनी दूरी है, यह माप कर उसे 360° से गुणा करके प्राप्त किया गया था। यह पृथ्वी की परिधि हुई। इस परिधि से पृथ्वी का व्यास प्राप्त हो सकता है। प्राचीन भारतीय ग्रन्थ 'सूर्य सिद्धान्त' में पृथ्वी का व्यास १६०० योजन दिया है।

आर्यभटीय योजन ८००० पुरुष (पुरुष की ऊँचाई) का होता था तथा पृथ्वी का व्यास आर्यभट्ट के माप से १०५० योजन हुआ। भास्कराचार्य ने पृथ्वी के व्यास को १५८१ $\frac{1}{2}$ योजन पाया। पर इस योजन की माप आर्यभट्ट के योजन से भिन्न थी। पृथ्वी के घरातल पर स्थान-भेद से लम्बन में भेद होता है, जिससे यदि पृथ्वी का व्यास ज्ञात हो तो चन्द्रमा की दूरी निकाली जा सकती है। पृथ्वी विषुव रेखा पर फूली हुई तथा ध्रुवों पर चपटी हुई है। पृथ्वी का वैषुव अर्धव्यास ३९६३.३४ मील तथा ध्रुव (Polar) अर्धव्यास ३९४९.९६ मील है। चन्द्रमा का पृथ्वी के केन्द्र से माध्यमिक अंतर पृथ्वी के अर्धव्यास के लगभग ६०.२७ गुना है। सूर्य सिद्धान्त के लेखक ने इस अनुपात को ६४.४६ पाया था।

भूकेन्द्र से तथा दर्शक के स्थान से देखने पर चन्द्रमा के केन्द्रीय बिन्दु के अपक्रम में जो अंतर होता है, उसे 'नति' (Parallax in Latitude) कहते हैं। इसी प्रकार जो संचार में अंतर होता है, उसे स्पष्ट लम्बन अथवा संचेप में केवल लम्बन कहते हैं। भास्कराचार्य ने अपने ग्रन्थ सिद्धान्त शिरोमणि के अष्टम अध्याय ११-१२ श्लोक में लम्बन प्राप्त करने की निम्नलिखित विधि दी गई है, जो अब तक व्यवहार में है। चिन ४५ में यदि चन्द्रमा (अथवा अन्यग्रह) का नताश न है, लम्बन ल है, पृथ्वी का अर्धव्यास 'प' है तथा ग्रह की भूकेन्द्र से दूरी 'र' है, तो यदि 'च द' रेखा को बढ़ाकर उसपर 'भू त' लम्ब खींचा जाय तो

$$\text{भूत} = प \times ज्या (न)$$

$$= र \times ज्या (ल)$$

$$\therefore ज्या ल = \frac{प}{र} \times ज्या न$$

जब ग्रह-विशेष क्षितिज पर दिखाई दे अर्थात्

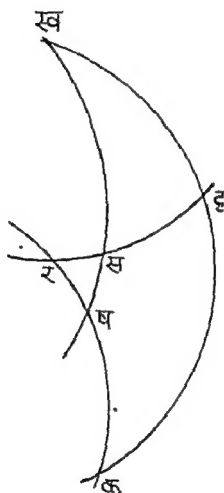
$$न = ९०^\circ$$

$$ज्या ल = \frac{प}{र}$$

इस लम्बन $\frac{प}{र}$ को क्षैतिज लम्बन (Horizontal-Parallax) कहते हैं तथा आधुनिक पाश्चात्य ग्रंथों में π (पाई) चिह्न से इसे प्रदर्शित करते हैं। चन्द्रमा को छोड़कर अन्य ग्रहों

का π इतना न्यून होता है कि ज्या π तथा π के चापमान (Radial Measure) में कोई अन्तर नहीं होता।

क्षैतिज लम्बन की निरपेक्ष माप नहीं हो सकती, क्योंकि पृथ्वी के केन्द्र से किसी ग्रह के उन्नताश आदि की माप समभव नहीं है। व्यवहार में पृथ्वी के क्षरतल पर स्थानान्तर से ग्रह विशेष के भोग तथा शर में स्पष्ट लम्बन तथा नति के भेद के कारण जो अन्तर होता है, उसीकी माप कर ग्रहों की दूरी इत्यादि का अनुमान किया जाता है।



चित्र ४६

लम्बन, स्पष्ट लम्बन, नति तथा दर्शक के अक्षांश का संबंध भास्कराचार्य की विधि से इस प्रकार निकाला जाता है—चित्र ४६ में 'स्व' स्वस्तिक (Zenith, शिरोबिंदु) है, र स ह

क्रांति-चलन का एक खंड है, सूर्य का मूलेन्द्रीय स्थान है, दर्शक को सूर्य प स्थान पर दिखाई देता है, क क्रांति चलन का ध्रुव (कदम्ब) है, कपर मंडल कदम्ब से क्रान्ति-चलन पर लय रूप है तो सूर्य की नति = r प तथा स्पष्ट लगन = s र है। यदि δ बिंदु δ क्षेप लम्ब है तो 'स्य δ क' मंडल क्रांति-चलन र स δ पर लम्ब है।

वैश्लेषिक रेखागणित से स्वस्तिक का शर अथवा दक्षेपकोण (स्व δ) जानकर सूर्य (अथवा क्रांति-वृत्त स्थित) किसी भी ग्रह के स्पष्ट लम्बन तथा नति का ज्ञान हो सकता है। स्वस्तिक का शर (अथवा दक्षेप लम्ब का नताश) दर्शक के अक्षांश से सम्बद्ध है (देखिए अध्याय १४)।

आधुनिक ज्योतिषीय व्यवहार में शर भोग के स्थान पर अपक्रम (Declination) तथा संचार (Right Ascension) का व्यवहार होता है। लम्बन से इनमें जो अंतर होते हैं उन्हें क्रमशः अपक्रम लम्बन एवं संचार-लम्बन (Parallax in Declination-Parallax in Right Ascension) कहते हैं। आधुनिक यत्र इतने सूक्ष्म हैं कि पृष्ठी के वायुमंडल में प्रकाश की किरणों के भुजायन (Refraction) से भी ग्रह-नक्षत्रों के स्थान में जो अंतर होता है, उसका भी हिसाब करना आवश्यक हो जाता है। वायुमंडल की घनता शून्य से अधिक है। अतः प्रकाश की तिरछी किरणें पृष्ठी के धरातल तक पहुँचने में नीचे का झुक जाती हैं तथा दृश्य तारा स्वस्तिक के समीप की दिशा में चला जाता है अर्थात् उसका नताश कम तथा उन्नताश अधिक हो जाता है। यदि तारा का मापित नताश 'न' हो तथा भुजायन के कारण पृष्ठी-तल पर पहुँचते-पहुँचते इसमें 'भ' कोण का अंतर हो गया हो, तो शून्य में तारा का नताश 'न + भ' होता। भुजायन के भौतिक नियम के अनुसार:—

ज्या (न + भ) = μ ज्या (न)। यहाँ ग्रीक अक्षर μ वायुमंडल के शून्य की अपेक्षा भुजायनमान (Refractive Index) है। व्यवहार में μ तथा १ में अंतर अति न्यून होता है। अतः भ का मान भी अत्यन्त न्यून ही होता है। यदि कोणों की उनके चापमान (Radial Measurement) में लिखा जाय तो

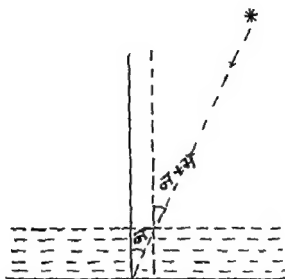
$$\text{ज्या } n + \text{कोज्या } (n) \times \mu = \mu \text{ ज्या } (n)$$

$$\therefore \mu = (\mu - 1) \frac{\text{ज्या } (n)}{\text{कोज्या } (n)} = (\mu - 1) \text{ सर्सज्या } (n)$$

μ का मान दर्शक के औच्य (Altitude Height) तथा स्थानविशेष के तापमान पर निर्भर करता है। (देखिए चित्र ४७)

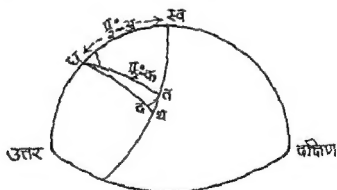
भुजायन का मान भी ताराओं के भिन्न भिन्न समय पर माप गये नताशा के अंतर की सूक्ष्म माप करके निकाला जाता है। भुजायन अथवा लगन से नताश में जो भी अंतर हो,

उससे अपक्रम तथा संचार में क्या अंतर होगा, यह निम्नलिखित विधि से निकाला जाता है।



चित्र ४७

चित्र ४८ में 'त' ताराविशेष का भूकेन्द्रीय मध्य स्थान है तथा लम्बन के कारण वह ध बिंदु पर दिखाई देता है। 'स्व' स्वस्तिक अर्थात् शिरोबिंदु है। ध ध्रुव है।



चित्र ४८

स्व त ध तारा का वर्तुल (Vertical Circle) है। यदि ध त तथा ध ध ध्रुव तथा त एवं ध को मिलानेवाले वलयांश (Arcs of great Circles) हैं तो

$$\text{कोण ध्रुव} = ६०^{\circ} - \text{अ}$$

$$= \frac{\pi}{2} - \text{अ}$$

(अ = दर्शक का अक्षांश है तथा $\frac{\pi}{2}$ समकोण का चापमान है)

$$\text{कोण धत} = 90^\circ - क = \frac{\pi}{2} - क$$

(क तारा का अपक्रम अर्थात् नाड़ीवलय से कोणीयान्तर है)

कोण स्व ध त = तारा तथा स्वस्तिक का संचार भेद = स

कोण प थ त = थ त (लगभग) = च के मान लिया जाव ।

लम्बन = त थ

यदि तद् रेखा ध थ पर लम्ब है

तो दथ = अपक्रम लम्बन

दत = संचार-लम्बन

दत = तथ × ज्या (च)

दथ = तथ × कोज्या (च)

गोल त्रिकोण धतस्व में कोण त ध स्व = स

कोण ध त स्व = च

$$\text{चाप ध स्व} = \frac{\pi}{2} - अ$$

$$\text{चाप धत} = \frac{\pi}{2} - क$$

$$\text{चाप स्वत} = न$$

चाप तद = तथ × ज्या द धत = तथ × ज्या (च)

चाप दथ = तथ × कोज्या (च)

ज्या (च)

$$\text{ज्या } \left(\frac{\pi}{2} - अ \right) = \frac{\text{ज्या (स)}}{\text{ज्या (न)}}$$

$$\therefore \frac{\text{ज्या (च)}}{\text{को (अ)}} = \frac{\text{ज्या (स)}}{\text{ज्या (न)}}$$

$$\text{अतः ज्या (च)} = \frac{\text{ज्या (स)}}{\text{ज्या (न)}} \times \text{को (अ)}$$

चाप दत = तथ × ज्या (अ)

$$= तथ \times \frac{\text{ज्या (स)} \times \text{को (अ)}}{\text{ज्या (न)}}$$

परन्तु तथ = च × ज्या (न), जहाँ च = चैतिज लम्बन

\therefore दत = संचार-लम्बन = च × ज्या (स) × को (अ)

इसी प्रकार अपक्रम लम्बन दथ

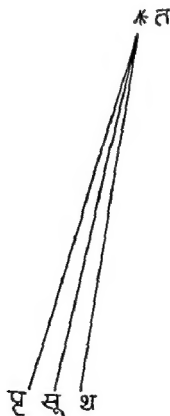
$$= तथ को (च) = च \times ज्या (न) \times को (च)$$

भुजायन से तारा नीचे की ओर न आकर ऊपर की ओर जाता है। भुजायन से संचार तथा अपक्रम में अंतर उपर्युक्त विधि में ही आवश्यक परिवर्तन करके निकाला जा सकता है।

चैतिज लम्बन वृ ग्रह विरोध की दूरी के विलोम (Inverse) के अनुपातिक है। इसका चाप (Radial) मान पृथ्वी के व्यासार्ध में ग्रह की दूरी से भाग देने से मिलता है।

ग्रहों का लम्बन तो पृथ्वी के व्यासार्ध को भुजा मानकर निकल सकता है; पर ताराग्रों की दूरी इतनी अधिक है कि पृथ्वी के धरातल पर स्थानान्तर से उनके पारस्परिक स्थान में कोई अंतर नहीं होता। ताराग्रों का वार्षिक लम्बन होता है अर्थात् पृथ्वी द्वारा सूर्य के चतुर्दिक् वार्षिक भ्रमण से उनमें परस्पर स्थानान्तर होता है। ताराग्रों में जो अतिदूर हैं, वे अपने अपने स्थानों पर यथावत् दीख पड़ते हैं; परन्तु जो उतने दूर नहीं हैं, वे पृथ्वी के वार्षिक भ्रमण से स्थानांतरित दीख पड़ते हैं।

चित्र ४६ में तारा त है, स सूर्य है। पृ० तथा थ पृथ्वी के दो स्थान हैं, जहाँ वह स बिंदु से क्रान्ति-वृत्त के धरातल पर खींचे गये लम्ब तथा तारा त के धरातल



चित्र ४६

में रहती है। काण्य पृ व सू को तारा का वार्षिक लम्बन कहते हैं। तारा पृ बिंदु

से पृ त दिशा में तथा य बिंदु से य त दिशा में दिखाई देता है। कोण पृ त य = $2 \times$ कोण पृ त स। अति दूर ताराओं की अपेक्षा पूरे वर्ष में दृष्ट तारा के स्थान में अत्यधिक अंतर का अर्द्धांश तारा का वार्षिक लंबन होता है।

वार्षिक लंबन तथा तारा की दूरी निम्नलिखित रूप में सम्बद्ध है।

यदि पृथ्वी के भ्रमण कक्ष का व्यासार्ध २ हो तारा की दूरी 'ख' हो तथा सूर्य और तारा में कोणीय अंतर θ हो तो

$$\frac{\text{ज्या (पृ त स)} }{\text{ज्या (स पृ त)}} = \frac{\text{स पृ त}}{\text{स त}}$$

$$\therefore \text{ज्या (पृ त स)} = \frac{2}{\text{ख}} \times \text{ज्या (\theta)}$$

वर्ष में दो बार $\theta = 90^\circ$ के होता है।

ऐसे स्थान में

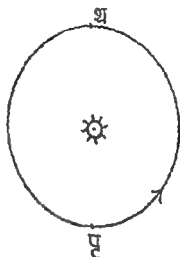
$$\text{ज्या (पृ त स)} = \frac{2}{\text{ख}}$$

इसीको वार्षिक लंबन कहते हैं। वास्तव में अति निकट ताराओं का भी वार्षिक लम्बन एक बिकला (Second) का एक न्यून अंश ही होता है। इसका चापमान उसकी ज्या के समान होगा। अतः चापमान में वार्षिक लम्बन (अ० ल०) पृथ्वी की कक्षा के व्यासार्ध में तारा की दूरी का भागफल है।

ताराओं की दूरी अत्यधिक है। स्वयं सूर्य की दूरी (अर्थात् पृथ्वी की भ्रमण-कक्षा का माध्यमिक व्यासार्ध) ९३,०००,००० मील है। निम्नतम ताराओं की भी दूरी १००,०००, ०००, ०००, ००० मील के लगभग है। ताराओं की दूरी इसलिए मीलों में न लिखकर प्रकाशवर्ष अथवा परिविकला में दी जाती है। प्रकाशवर्ष वह दूरी है, जिसे पार करने में एक सेकेंड में १८६००० मील की गति से चलकर प्रकाश को एक सायन सौर वर्ष (Tropical Year) लगता है। परिविकला वह दूरी है, जिसका वार्षिक लम्बन एक बिकला हो अर्थात् वार्षिक लम्बन को बिकला में लिखें तो उसका १ में भागफल परिविकला में तारा की दूरी बतलायगा।

प्रकाश की गति रोमर नामक डेनमार्क के ज्योतिषी ने १७ वीं शताब्दी में बृहस्पति के उपग्रहों के ग्रहों के अंतर से निकाला। उन्होंने देखा कि जैसे-जैसे बृहस्पति पृथ्वी के समीप आता है, ग्रहण अपने समय से कुछ पहले होते तथा जैसे-जैसे बृहस्पति पृथ्वी से दूर जाता है वैसे-वैसे ग्रहण अपने गणित-समय से पीछे होते हैं। (देखिए चित्र ५०)

यदि पृथ्वी के पृष्ठ स्थान पर वृहस्पति के चन्द्रमा विशेष के एक ग्रहण से दूयरे ग्रहण तक का कालांतर 'ज' हो तथा पृ विन्दु से य विन्दु तक ग्रहणों की संख्या n हो तो n



चित्र ५०

विन्दु से 'क' वों का ग्रहण $n \times ४$ ल वल के अंतर पर देखा जाना चाहिए। वास्तव में ग्रहण इससे १६ मिनट पहले हुआ, जो समय प्रकाश की पृथ्वी की कक्षा का व्यास पार करने में लगता है। इसके पश्चात् प्रकाश की गति मापने की अन्य अनेक रीतियाँ निकलीं। पृथ्वी की कक्षा के अर्द्धव्यास को निगलने की रीतियों में प्रधान रीति भी ऊपर की ही है, जिसमें प्रकाश की गति जानकर कक्षा का अर्द्धव्यास निकाला जा सकता है।

सोलहवाँ अध्याय

विश्व-विधान

ताराओं के स्थूलत्व का अर्थ पहले बताया जा चुका है। अरिों से अथवा प्रकाश मापन यंत्रों से सापेक्ष स्थूलत्व अर्थात् पृथ्वी पर स्थित दर्शक द्वारा देखे जाने से जो स्थूलत्व ज्ञात हो, उसीका पता चलेगा। तारा की दीप्ति उसकी दूरी के वर्ग के विलोमानुपातिक (Inversely proportional) होगी। लम्बन विधि से तारा की दूरी ज्ञात करके फिर उसने वर्ग को सापेक्ष दीप्ति से गुणा करे। इस सत्या को निरपेक्ष दीप्ति मान कर फिर ताराओं के परस्पर स्थूलत्व का मान निकाले। वही तारा का निरपेक्ष स्थूलत्व (Absolute Magnitude) होगा।

ताराओं का आकार शक्तिशाली दूरबीनयंत्रों से भी नहीं ज्ञात होता पर प्रकाश का तरंगमल अत्यन्त सूक्ष्म है तथा तारा के दोनों छोर से आये प्रकाश में तरंग शृङ्गार (Wave Interference Pattern) होता है, उसे माप कर तारा के आकार का पता चलता है।

यदि तारा के प्रकाश को किसी प्रकार के प्रकाश विश्लेषक यंत्र द्वारा देखा जाय तो उसके प्रकाश की स्रव रंगवलि (अधोरक्त—रक्त—नारंग—पीत—हरित—नील—रक्त-नील, नील-खोहित—पार नील-खोहित) पर अनेक कृष्ण रेखाएँ दीख पड़ेंगी। ये रेखाएँ तारा के घरातल के समीप के पदार्थों की रंगवलि की रेखाएँ हैं।

ताराओं के घरातल का तापमान दो प्रकार से निकाला जाता है। आकार तथा निरपेक्ष स्थूलत्व के ज्ञान से तारा के घरातल से प्रकाश के रूप में कितना तेज विकीर्ण होता है,

इससे तारा के धरातल का तापमान प्राप्त हो सकता है। आगर जाने बिना भा तारा का तापमान उसकी रंगावलि से प्राप्त हो सकता है। यह मोटी बात सब रास जानते हैं कि लाहा को जैसे जैसे गर्म किया जाय, पहले वह रक्तवर्ण फिर पीछे श्वेत तथा नीलश्वेत वर्ण हो जाता है। रंगावलि के एक छोर से दूसरे छोर तक को समान तरंग मानान्तर (Wavelength difference) के छोटे-छोटे भागों में विभक्त कर ले तथा प्रत्येक भाग के अन्तर्गत विकिरण को मापे तो किस तरंग मान के समीप वह विकिरण सबसे अधिक है, इसके ज्ञान से तारा का तापमान निकल सकता है। इस तरंगमान को परम विकिरण तरंग मान (Wavelength of Maximum Radiation) कहते हैं।

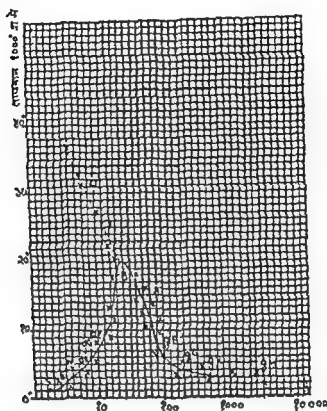
भारतीय वैज्ञानिक श्री मैथनाद साहा ने ताराओं का तापमान प्राप्त करने की एक और विधि निराली है। प्रत्येक तत्त्व-पदार्थ (लोहा, जस्ता इत्यादि) के अणु (Atom) विशेष तापमान पर एक एक परमाणु (Electron) से हीन हो जाते हैं जिससे उनकी रंगावलि बदल जाती है। इसे तापोद्भव अणुमंजन (Thermal ionization) कहते हैं। तारा की रंगावलि की दृष्टि देखाएँ किन तत्त्वों की अथवा उनके एक अथवा अनेक परमाणुहीन (Singly or Multiply ionized) रूप की हैं, इससे ही तारा धरातल के तापमान का अनुमान हो सकता है। उपर्युक्त उपायों से तारा के धरातल के तापमान को निश्चित करने तारा के निरपेक्ष स्थूलत्व से उसके अर्द्धगोल धरातल से पृथ्वी की ओर विकिरित प्रकाश का मान निश्चित हो सकता है। यदि तापमान समान हो तो धरातल से विकिरित प्रकाश का मान उस धरातल के क्षेत्रफल के आनुपातिक होगा। इस प्रकार तारा के ज्ञात तापमान तथा विकिरण से उसके अर्द्धगोल का क्षेत्रफल एवं उससे तारा का व्यास प्राप्त हो सकता है।

ताराओं के आकार, तापमान, रंगावलि विकिरण (Radiation) इत्यादि को सम्यक् करनेवाले घन को समझने के लिए उच्च भौतिक शास्त्र का ज्ञान आवश्यक है। इसी कारण यहाँ इनके मापने की विधि का स्थूल परिचय मान कराया गया है। रंगावलि से ही ताराओं का तापमान तथा उनके धरातल के तत्त्वों का पता चलता है। * ताराओं की रंगावलियों पाश्चात्य वर्णमाला के O, B, A, F, G, K, M, N, R, S अक्षरों द्वारा सूचित वर्गों में विभक्त हैं। पहले यह वर्गीकरण अंगरेजी वर्णमाला के अक्षरों के क्रम के अनुसार था, पर पीछे नूतन शोध के फलस्वरूप इन वर्गों में अंतर हुए तथा इन्हें ताराओं के तापमान-क्रम के अनुसार बनाया गया। इनके अनुवर्ग ०, ०, ० अर्थात् इन बड़े अक्षरों के साथ पाश्चात्य वर्णमाला के छोटे अक्षरों को मिलाकर सूचित होते हैं। एक वर्ग तथा दूसरे वर्ग के मध्य के तारे वर्ग के चिह्न में १, २, ३ इत्यादि सख्याओं को मिलाकर सूचित होते हैं। इन वर्गों के तापमान का क्रम तथा रंगावलि की प्रमुख विशेषताएँ निम्नलिखित सारिणी में दी हुई हैं। तापमान शक्ति अंशों (Centigrade Degrees) में है। वर्ष के पिघलने का तापमान शून्य तथा जल के ग़ोलने का तापमान 100° श है।

तारा वर्ग	तापमान	तारा रंग तथा रंगमालि
O	३५,०००°श से ४०,०००°श	परम विकिरण—हरित । तारा रंग हरितोष्णल (Greenish white) तरंगमालि रेखा जल जन परमाणु-हीन हीलियम कैलसियम
Bo	२३,०००°श से १५,०००°श	किंचित् हरित श्वेत रंगमालि रेखा—हीलियम, परमाणु-हीन आक्सीजन तथा नाइट्रोजन
A	११,०००°श से ८,५००°श	रंग श्वेत रंगमालि रेखा जल जन, कैलसियम परमाणु हीन लौह इत्यादि
F	७,५००°श से ६,०००°श	श्वेत-रंगमालि रेखा जल जन, विविध धातु
G	६,०००°श से ५,५००°श	किंचित् पीत श्वेत परमविकिरण पीत । तरंग-मान—जल जन लौह—विविध धातु
K	४,०००°श से ३,४००°श	तारा रंग—नारंग—तापमान कम होने से अनेक पदार्थ व्यूहाणु (Molecular) अवस्था में । मुख्यत उदागार (Hydro carbons)
M	३५,०००°श से २,७००°श	तारा रंग-रक्त मिश्रित नारंग
N	२,६००°श	तारा रंग-रक्त
R	२,३००°श	अतिमृदुम-रक्त
S	२,०००°श	केवल दूरबीक्षण यत्र से दर्शनीय रक्तवर्ण ।

इनमें O, B, A वर्ग के ताराओं के आकार में परस्पर बहुत अंतर नहीं है, पर F, G, K, M, इत्यादि वर्ग के ताराओं में अतिशय बृहत् अथवा अतिलघु तारे होते हैं, जिन्हें क्रमशः Giant (दैत्य) तथा Dwarf (नौना) कहते हैं । इन ताराओं को पाश्चात्य वर्षमाला के g तथा d अक्षरों से सूचित किया जाता है । ताराओं के आकार को भुजा (x axis) तथा तापमान को कोटि (y axis) मानकर उनकी बिंदु रेखा खींची जाय तो वह चित्र ५१ के समान होती है । इस चित्र में तारा के अर्द्ध व्यास को छेद विधि से अनुमान

दिखाया गया है, अर्थात् शून्य से भुजा की दिशा (x axis) में दूरी वास्तविक अर्द्धव्यास के दशिक छेदा (Logarithm to base 10) के आनुपातिक है।



छेदाभाष क्रोणी में व्यास $1 = 100,000$ मील
चित्र ५।

आधुनिक वैज्ञानिक सिद्धान्तों के अनुसार प्रत्येक तारा g M अवस्था में अपना जीवन आरंभ करता है। गुरुत्वाकर्षण से उसका आकार घटता जाता है, पर अणुओं की परस्पर गति की वृद्धि से उसका तापमान बढ़ता जाता है। A अथवा B अवस्था को पहुँच कर तारा फिर शीतल होने लगता है तथा dF, dG, dK, N, R, S अवस्थाओं से होकर और बुझ कर कठोर प्रस्तर पड़ हो जाता है। वास्तव में ताराओं की जीवन-कथा इतनी सरल नहीं है। O वर्ग के तारे इससे कुछ भिन्न जीवन व्यतीत करते दीर्घ पड़ते हैं। गुरुत्वाकर्षण ताराओं को घनीभूत करना चाहता है, पर ऐसा करने में ही तारा स्थित पदार्थ के अणुओं का परस्पर वेग बढ़ जाता है, जिससे केवल तापमान ही नहीं बढ़ता, बल्कि उस वाष्पीभूत पदार्थ का द्रव्य भी बढ़ जाता है, जिससे तारे के आकार में वृद्धि होकर गुरुत्वाकर्षण के फल का प्रतीकार होता है। जैसे-जैसे ताप विकिरण (Radiation of heat) से तारा शीतल होता जाता है, वैसे-वैसे यह द्रव्य भी कम होता जाता है। ताराओं के तापमान तथा घनमान (Density) में एवं उनमें वर्तमान अणुओं की अत्यधिक गति के कारण

साधारण भौतिक तथा रासायनिक नियम उनमें लागू नहीं होते। अनेक ताराओं का आकार परिवर्तित होता रहता है। कभी-कभी आकाश में एकस्मात् नये तारे (Novae) निकल आते हैं, जो ० वर्ग के होते हैं। इन सभी बातों को ध्यान में रख कर विख्यात भारतीय ज्योतिषी चन्द्रशेखर ने यह सिद्ध किया है कि ताराओं के आकार-तापमान इत्यादि आधुनिक सापेक्ष भौतिक शास्त्र (Relativity Physics) के अनुसृत हैं।

नीचे लिखी सारिणी में कुछ प्रमुख ताराओं के सापेक्ष एवं निरपेक्ष स्थूलत्व, परिनिक्ता में उनकी दूरी, रंगानलि वर्ग तथा व्यास दिये हुए हैं।

तारा	सापेक्ष स्थूलत्व	निरपेक्ष स्थूलत्व	परिनिक्ता	रंगानलि	व्यास १००००० मील में
सूर्य	-२६७	३०	X	G	८५
आर्द्रा Betelgeuse	० ६०	-० ६	५८८	g M	२५६ २
राहिणी Aldebaran	१ ०६	-० २	१७५	g K	३२ ६
स्वाती Arcturus	० २४	-० २	१२५	g K	२३ ४
ज्येष्ठा Antares	१ २२	-१ ७	३८५	g M	२० ०
सिंहारक Sirius	-१ ५८	+१ ३	२७	A	१ ५
अभिजित् Vega	० १४	० ६	८१	A	२ ०

दूरबीक्षण यंत्र की सहायता से आकाश में अनेक नीहारिकाएँ (Nebulae) देखी गई हैं, पर उपदानवी तथा कालपुरुष मंडल की नीहारिकाएँ तारास्तवक (Star Clusters) के नाम से बहुत दिना से प्रसिद्ध हैं। अथर्वी रात को इन्हें बिना किसी यंत्र के देख सकते हैं। दूरबीक्षण यंत्र से अनेक तारास्तवक (जिनमें आकाश गंगा भी है) वास्तव में ताराओं के सघन पुंज के रूप में दिखाई पड़े। पर अनेक 'तारास्तवक' यति शक्तिशाली दूरबीक्षण यंत्र से भी नीहारिका के रूप में ही दिखाई पड़े। इन नीहारिकाओं को उनके रूप के अनुसार दो वर्गों में विभक्त किया गया है—(१) अनियमित नीहारिकाएँ, (२) कुतल (Spiral) नीहारिकाएँ। अनियमित नीहारिकाओं की रंगानलि से वे जलनन तथा हीलियम के चमकीले समूह-जैसी दीप्त पड़ती हैं। कुतल नीहारिकाओं में कुछ की रंगानलि तो लगभग इसी प्रकार की हैं, पर उनमें पदार्थ अपेक्षाकृत अधिक सघन रूप में हैं। इन्हें ग्रहाणलि नीहारिकाएँ (Planetary Nebulae) कहते हैं। ये एक सूर्य तथा उसकी ग्रहाणलि के प्रारंभिक रूप हैं।

पर अनेक कुतल नीहारिकाओं की रंगानलि O, B, A, F, G इत्यादि वर्ग के ताराओं के समिश्रण के समान है। वार्षिक लग्न द्वारा १००० प्रकाश वर्ष दूर तक के ताराओं

की दूरी मापी गई है। इससे दूरस्थ ताराग्रों की दूरी के अनुमान की विधि निम्नलिखित है। * परिवर्तनीय प्रकाशवाले ताराग्रों के प्रकाश-परिवर्तन के बारंबारत्व (Frequency) तथा उनके निरपेक्ष स्थूलत्व अर्थात् तारे से निकसित प्रकाश के वास्तविक मान में एक विशेष सम्बन्ध पाया गया है, जिससे प्रकाश-परिवर्तन की बारंबारता जानकर परिवर्तनीय ताराविशेष का स्थूलत्व जाना जा सकता है। तारे की सापेक्ष दीप्ति दूरी के वर्ग के विलोमानुपातिक होती है। सापेक्ष स्थूलत्व को माप कर तथा उपर्युक्त रीति से निरपेक्ष स्थूलत्व का अनुमान करके तारे की दूरी का अनुमान हो सकता है। इस प्रकार आन्ध्रशगंगा के ताराग्रों की दूरी २००,००० से ५०,००० परिविन्सला (१ परिविन्सला = ३.२६ प्रकाश वर्ष) तक पाई गई है। आन्ध्रशगंगा का केन्द्र बुध्दि राशि के ताराग्रों के बीच पाया गया है, जो पृथ्वी (अर्थात् सूर्य) से कोई १०,००० परिविन्सला की दूरी पर है। आन्ध्रशगंगा का व्यास कोई ६०,००० परिविन्सला है।

जिन कुल नौहारिकाओं की रंगावलि O, B इत्यादि ताराग्रों के सम्मिश्रण जैसी होती है, उनकी दूरी आन्ध्रशगंगा के अति दूरस्थ ताराग्रों से कहीं अधिक है। उपदानवी की सुप्रसिद्ध नौहारिका, जो अंधेरी रात में आँखों से भी दिखाई देती है, इस प्रकार की सबसे निम्नवर्ती नौहारिका है। इसकी दूरी लगभग २१०००० परिविन्सला है। इस प्रकार की रंगावलि की अन्य नौहारिकाएँ और भी दूर हैं। आकाशगंगा (galaxy) से बाहर होने के कारण इन्हें पारगङ्गेय (Extra Galactic) कहते हैं। अतएव कोई २,०००,००० पारगङ्गेय नौहारिकाओं के चित्र शक्तिशाली दूरबीक्षण यंत्रों द्वारा लिये गये हैं। ये पारगङ्गेय नौहारिकाएँ वास्तव में हमलोगों के संसार की मॉति हैं। यदि कोई इन नौहारिकाओं से हमारी ओर देखवा होगा, तो उसे आकाशगंगा (उसके अन्तर्गत सभी तारे अपने अपने ग्रह उपग्रह आदि सहित) बाष्पीय नौहारिका के रूप में ही दिखाई देगी। इनमें से प्रत्येक हमारे संसार के समान एक संसार है। इनमें से जो संसार अधिक दूर नहीं हैं अर्थात् जहाँ से प्रकाश की आने में कोई दस-बीस लाख वर्ष ही लगते हों, उनके अन्तर्गत परिवर्तनीय प्रकाशवाले ताराग्रों के प्रकाश-परिवर्तन के बारंबारत्व को माप कर उनकी दूरी का अनुमान किया जा सकता है। उनकी रंगावलि में पार्थिव पदार्थों की रंगावलि रेखाएँ वर्तमान हैं, पर इन रेखाओं का तरंगमान कुछ बढ़ा हुआ है, जिससे यह सिद्ध होता है कि ये नौहारिकाएँ हमारे संसार से दूर होती जा रही हैं। तरंगमान के भेद को माप कर तथा प्रकाश की जानी हुई गति से नौहारिकाओं की गति का अनुमान हो सकता है। इन नौहारिकाओं की दूरी तथा उनकी गति एक दूसरे के आनुपातिक पाई गई हैं, अर्थात् दूरस्थ नौहारिकाएँ निम्नस्थ नौहारिकाओं की अपेक्षा अधिक वेग से हमारे संसार से दूर हटती जा रही हैं।

आकाशीय विश्व का ज्ञान प्रकाश की गति, रंगावलि, तरंगमान, तरंगमान के भेद इत्यादि-द्वारा ही होता है। अतः विश्व के विधान का समझने के लिए प्रकाश के वास्तविक प्रकाश शून्य आकृतिक है। उन्नीसवीं शताब्दी तक प्रकाश को निष्पदार्थ ज्योम (Immaterial) की तन्मयी के रूप में जानते थे। यदि वास्तव में ऐसा हो तो पृथ्वी पर स्थित

दर्शक भिन्न दिशाओं में प्रकाश की गति का मान भिन्न भिन्न पायेगा। पृथ्वी सूर्य के चतुर्दिक् कोई १६ मील प्रति सेकेंड के वेग से अपनी कक्षा की परिधि पर चल रही है। पृथ्वी सूर्य के अनेक ग्रहों में एक है। यह मानने का कोई कारण नहीं कि पृथ्वी व्योम में स्थिर है। वस्तुतः पृथ्वी तो सूर्य के दास के सदृश है। यदि सूर्य व्योम में स्थिर है तो पृथ्वी की व्योम में गति १६ मील प्रति सेकेंड है। सूर्य यदि व्योम में चलायमान है तो पृथ्वी की व्योम में गति अपनी १६ मील प्रति सेकेंड की गति तथा व्योम में सूर्य की गति का सम्मिश्रण है। उन्नीसवीं शताब्दी के अंत में मिश्र भिन्न दिशाओं में प्रकाश की गति माप कर पृथ्वी के व्योम में गति का मान निकालने के सभी प्रयास विफल रहे। भौतिक शास्त्र की ऐसी अनेक कठिनाइयों को बीसवीं शताब्दी के आरंभ में आइन्स्टाइन ने अपने सापेक्ष सिद्धान्त से दूर किया।

आइन्स्टाइन ने बातें यही सरल कहीं। उन्होंने कहा कि निरपेक्ष गति (Absolute Motion) का कोई अर्थ नहीं। गति सर्वदा अवलोकक (observer) के सापेक्ष (Relative) होती है। प्रत्येक अवलोकक अपने देश (Space) तथा काल (Time) को अपने साथ लिये फिरता है। भिन्न अवलोकक के देश तथा काल भिन्न भिन्न हैं। वास्तव में देश तथा काल एक दूसरे से भिन्न नहीं हैं। विश्व उनके सम्मिश्रण से बना है। अवलोकक की चेतना ही इस विश्व को उसके सापेक्ष देश तथा काल में निमित्त करती है। प्रकाश की गति देश-काल के सम्मिश्रण का गुण है; अतः अवलोकक पर इसकी निर्भरता नहीं है। कोई भी दो अवलोकक जो एक-दूसरे की अपेक्षा गतिमान हों, वे यदि प्रकाश की गति को मापें तो उन्हें सर्वदा एक ही फल प्राप्त होगा। प्रकाश में चैतुत-तरंग, ताप तरंग, अधोराक्त प्रकाश, रक्त से नील-लोहित तरंग के रंगवाले प्रकाश, परिनिल-लोहित प्रकाश, एक्स रे (X-Ray) तथा रेजोद्वार (Radio active) पदार्थों से विकिरित गामा रे (γ-Ray) सभी सम्मिलित हैं। उपर्युक्त सिद्धान्त से ही भिन्न भिन्न अवलोकक के अपेक्षाकृत उनके काल तथा देश का भेद निकाला जा सकता है।

इन सरल धारणाओं से आइन्स्टाइन ने पदार्थों के भौतिक गुणों के नियम नये सिरे से निराले। इन धारणाओं के समक्ष न्यूटन का गुरुत्वाकर्षण नियम निरर्थक हो गया; क्योंकि सूर्य तथा पृथ्वी के बीच की दूरी का कोई अर्थ नहीं रहा, जब मंगल ग्रहण शनि पर स्थित अवलोकक इस दूरी का भिन्न भिन्न मान प्राप्त करेंगे। यदि दो अवलोकक क तथा ए की एक दूसरे की अपेक्षा वृत्त गति में हैं तथा प्रकाश की गति c है तो उनमें से प्रत्येक के लिए दूसरे

के सापेक्ष समय का अंतर $\left[\frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \right] / c$ के अनुपात में बढ़ जायगा तथा सापेक्ष गति

दिशा में विद्युत् की दूरी $\sqrt{1 - v^2/c^2}$ अनुपात में कम हो जायगी। एक अवलोकक के सापेक्ष स्थिर पदार्थ का गुरुत्व यदि m_0 है तो दूसरे अवलोकक के सापेक्ष उसका

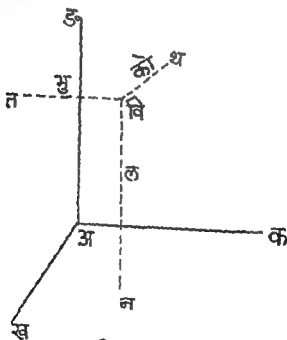
गुरुत्व $\frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$ हो जायगा।

इन नियमों की विशेषता यह है कि क की स्थिर तथा ए को चलायमान श्रथमा क का चलायमान तथा ए को स्थिर मानने से इनमें कोई भेद नहीं होता तथा इन्हीं नियमों से क के सापेक्ष काल, देश श्रथमा गुरुत्व से ए के सापेक्ष काल, देश श्रथमा गुरुत्व प्राप्त हो सकते हैं। सापेक्ष गतिविज्ञान (Relativity Dynamics) का मूल नियम यह है कि भुजा कोटि, लम्ब तथा $\sqrt{-1} \times$ समय ये चारों मिलकर ही निश्चलित बिंदु विशेष की पूर्णतः निश्चित करते हैं तथा प्रत्येक अवलोकक के लिए भुजा, कोटि, लम्ब तथा समय का मान उस अवलोकक के सापेक्ष है। एक दूसरे से लम्ब तीन रेखाएँ अवलोकन बिंदु (observation Point) से लींकी जायें तथा उनमें से प्रत्येक दो के धरातल से किसी बिंदु विशेष की दूरी मापी जाय तो बिंदु की तीन संज्ञाएँ (Co ordinates) मिलेंगी। सापेक्ष विद्वान्त के पहले इन्हीं तीन संज्ञाओं से बिंदु का स्थान निश्चित होता था। आइन्स्टाइन का विश्व निसंग्रह न होकर चतुःसंग्रह हुआ। निसंग्रह विश्व में दो बिंदुओं की दूरी निम्न लिखित सूत्र से प्राप्त होती है—

$$(\delta द)^2 = (\delta भु)^2 + (\delta को)^2 + (\delta ल)^2$$

जहाँ $\delta द$ दोनों बिंदुओं की परस्पर दूरी है तथा $\delta भु$, $\delta को$ एवं $\delta ल$ क्रमशः उनकी भुजा, कोटि तथा लम्ब के अंतर हैं।

चित्र संख्या ५२ में बिंदु वि से विव, निय, निन, क्रमशः ए अ इ, इ, अ रु, तथा क अ न,



चित्र ५२

धरातल पर लम्ब है। आइन्स्टाइन के चतुःसंग्रह विश्व में चतुर्थ संज्ञा ($\sqrt{-1} \times$ वाला) है।

पहला अध्याय

खगोल

आश्चर्य की बात है कि ताराग्रा को नित्य देखते रहने पर भी अधिकतर लोग उनका परिचय प्राप्त करने की चेष्टा नहीं करते। इसका एक कारण तो यह है कि घड़िया के प्रचार, मानचित्र, सड़क, रेलगाड़ी इत्यादि के हो जाने से समय तथा दिशा के ज्ञान के लिए लागा को ताराग्रा की शरण नहीं लेनी पड़ती। पर अन्तर्ग भी समुद्री जहाज तथा हवाई जहाज इन्हीं के सहारे चलते हैं। वेधशालाओं की घड़ियाँ ताराग्रा से ही मिलाई जाती हैं और फिर इनसे और घड़ियाँ। ताराग्रा के ज्ञान का उपयोग जनसाधारण के नित्य जीवन में तो दिशा तथा समय का निरूपण भर है, परन्तु विज्ञान के लिए ताराग्रा के महत्त्व की सीमा नहीं है। ताराग्रा के अध्ययन के लिए ही तथा उनके क्रमबद्ध भ्रमण से प्रेरित होकर विज्ञान की कुजी गणितशास्त्र की उत्पत्ति हुई। पृथ्वी तथा पार्थिव वस्तुओं के विषय में जो भी ज्ञान मनुष्य को अबतक प्राप्त हुआ है, उसका बहुत बड़ा अंश ताराग्रा के अध्ययन से ही मिला है। सबसे बड़ी बात तो यह है कि आकाश के तारे सुन्दर हैं तथा ध्रुव के चारों ओर उनका क्रमबद्ध भ्रमण और भी सुन्दर है। जिसे ताराग्रा का ज्ञान है, वह कहीं भी अकेला नहीं है। रात में वह अपने परिचित ग्रह नक्षत्रों को उनके निश्चित स्थान में देखकर अपार आनन्द का अनुभव कर सकता है। अरु, मास, तिथि, सूर्योदय तथा सूर्यास्त के निश्चित समय, सूर्य की राशि तथा चन्द्रमा के नक्षत्र इत्यादि की समझनेवाला इन्हीं न समझनेवालों की अपेक्षा विश्व को अधिक रोचक पायेगा।

राति में सारा आकाश चमकीले ताराग्रा से जड़ा जगमगाता रहता है। जो तारे सूर्य दिशा में उगते हैं, वह पश्चिम दिशा में अस्त होते हैं। सूर्य तथा चन्द्रमा का स्थान नित्य प्रति अन्य ताराग्रा की अपेक्षा बदलता रहता है। सूर्य के उदय होने पर तो तारे दिराई नहीं देते, पर सूर्योदय के पहले तथा सूर्यास्त के बाद आकाश का निरीक्षण करने से ताराग्रा के बीच सूर्य के स्थान का पता चल जायगा। यह स्थान भी बदलता रहता है। इसी भाँति कुछ तारे भी हैं, जो अन्य ताराग्रा की अपेक्षा अपना स्थान बदलते रहते हैं। दूरबीक्षण यंत्र के बिना ऐसे पाँच तारे ही दिखलाई देते हैं। बुध, शुक, मंगल, बृहस्पति तथा शनि। इन्हें भारतीय ज्योतिष में ताराग्रह कहते हैं। अन्य ताराग्रा की भाँति ग्रह टिमटिमाते नहीं, क्योंकि अपेक्षाकृत, पृथ्वी के समीप होने के कारण, इनका स्पष्ट आकार अन्य ताराग्रा से बड़ा है अतः वायुमंडल के कपन का इनपर उतना प्रभाव नहीं पड़ता। ग्रह शब्द का अर्थ है—चलनेवाला। सूर्य तथा चन्द्रमा भी ग्रह ही हैं।

ग्रहों को छोड़कर शेष तारे आकाश में एक दूसरे की अपेक्षा अपना स्थान कभी नहीं बदलते। यह पृथ्वी से इतनी दूर हैं कि पृथ्वी की गति से उनके पारस्परिक स्थान में कोई

वैश्लेषिक गणित (Analytical Geometry) में त्रितीय भी तथा किसी प्रकार की संज्ञा का व्यवहार कर सकते हैं, जिनका चित्र बनाना मनुष्यों के इस त्रिसंज्ञक संसार में संभव नहीं है। $(\sqrt{-1} \times \text{काल})$ को आइन्सटाइन तथा उनके सिद्धान्त की पुष्टि करनेवालों ने वास्तविक काल कहा तथा उसे ग्रीकबर्षमाला के T अक्षर से व्यक्त किया। इस चार संज्ञावाले बिंदु का सूक्ष्म स्थानांतर (Interval) (० द) निम्नलिखित सूत्र से ज्ञात होगा:—

$$(० द)^2 = (० सु)^2 \times (० को)^2 \times (० ल)^2 \times (० T)^2$$

आइन्सटाइन की धारणा हुई कि भौतिक विश्व की संभूतिया का परस्पर प्रभाव अवलोकक से असम्बद्ध है, तथा बाह्य आरोपित बल के अभाव में गति इस प्रकार होती है कि गमन मार्ग के बिंदुओं का चतुःसंज्ञक अंतर

$(० द = \sqrt{(० सु)^2 \times (० को)^2 \times (० ल)^2 \times (० T)^2}$ कम-से-कम हो। इन धारणाओं से आरंभ करके आइन्सटाइन ने सिद्ध किया कि पदार्थ (Matter) चतुःसंज्ञक विश्व की (चतुःसंज्ञक) रेखाओं में विकृचन (kink) मान है। इससे भारी पदार्थों की एक दूसरे की सापेक्षिक गति देशकाल के विकृचन के फल के रूप में निकली। सापेक्षिक गति नियमों के अनुसार ग्रह के रविसमीपक बिंदु को (अर्थात् ग्रह के कक्षावृत्त को) सूर्य के चतुर्विध भ्रमण करना चाहिए था। प्रकाश की किरण को भी भारी पदार्थ-समूह के समीप पथान्तरित हो जाना चाहिए था तथा भारी पदार्थों से निकले प्रकाश का तरंगमान थोड़ा बढ़ जाना चाहिए था। बुध का रविसमीपक बिंदु वास्तव में सूर्य के चतुर्विध भ्रमण करता हुआ पाया गया। सूर्य के अत्यन्त समीप होने के कारण बुधग्रह में ही यह फल स्पष्ट जान पड़ता है। पूर्ण सूर्यग्रहण में सूर्य के समीप के ताराओं का स्थानान्तर भी देखा गया तथा भारी ताराओं के प्रकाश में रंगबालि रेखाएँ (Spectral Lines) रक्तवर्ण की ओर हटी पाई गईं अर्थात् उनका तरंगमान अधिक पाया गया। आधुनिक वैज्ञानिकों ने आइन्सटाइन के सापेक्षता सिद्धान्त की सम्पूर्ण रूप से पुष्टि की है।

इस सिद्धान्त में पदार्थ तथा तेज (Radiation) में कोई अंतर नहीं रह जाता। दोनों एक दूसरे में परिवर्तित हो सकते हैं। म० गुरुत्व के पदार्थ एंड के विनाश से $m_0 \times c^2$ मान का तेज (Radiation) निकलता है। पदार्थ-तत्त्वा (Elements) के अणुओं का परस्पर परिवर्तन हो सकता है। इन नियमों से सूक्ष्म पदार्थ-समूह (धातवीय नीहारिका) से ताराओं की उत्पत्ति के नियम मिलते हैं, जिनसे वैज्ञानिकों द्वारा पुष्टि हुई है। पर सापेक्ष सिद्धान्त का ज्योतिष में वास्तविक महत्त्व पारगाङ्गेय नीहारिकाओं की गति तथा उनके परस्पर क्रम का अर्थ समझने में है। सापेक्ष सिद्धान्त के अनुसार पदार्थ अथवा तेज की परमगति प्रकाश की गति से कम है, जो स्वयं देशकाल संतति (Space Time Continuum) का अपरिवर्तनीय गुण है। यदि अवलोकक क की अपेक्षा अवलोकक ख की गति 'ग' है तथा अवलोकक ख की अपेक्षा अवलोकक च की गति 'घ' है तो सापेक्ष सिद्धान्त के

—ग

क

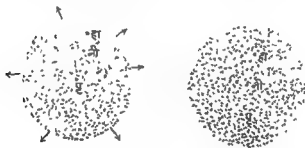
ख

च

अनुसार क की अपेक्षा च की गति (ग+घ) न होकर

$$\frac{ग+घ}{१ + \frac{ग \times घ}{स^2}}$$

समान होगी। इस सूत्र में स प्रकाश की गति है। अबलोकक की सापेक्षिक गति से देशान्तर (Space interval) $\sqrt{१ - ग^२/स^२}$ के अनुपात में कम हो जाता है। जैसा पहले बताया जा चुका है, पारगाङ्गेय नीहारिकाएँ सूर्य की (अथवा आकाशगंगा की) अपेक्षा दूर होती जा रही हैं तथा उनकी गति उनकी दूरी के अनुपातिक है। जैसे-जैसे दूरी तथा गति 'ग' का मान बढ़ता जाता है, वैसे-वैसे पृथ्वी पर स्थित अबलोकक की अपेक्षा नीहारिकाओं की परस्पर दूरी भी कम होती जाती है। यथा, यदि ऊपर दिये उदाहरण में 'क' आकाशगंगा में है, जो उपदानवी नीहारिका में तथा च किसी अन्य नीहारिका में, जो पृथ्वी से उसी सीध में दीख पड़े, तो यदि ख में स्थित दर्शक को च की दूरी 'व' परियिकला दीख पड़े तो क को ख से च की दूरी $व\sqrt{(१ - ग^२/स^२)}$ ही दीख पड़ेगी। चित्र ५३ में विश्व की तारापुंज



चित्र ५३

नीहारिकाएँ दिखाई गई हैं। पृथ्वी पर स्थित दर्शक 'पृ' बिंदु पर है। उसके विश्व की सीमा यहाँ है, जहाँ की नीहारिकाएँ लगभग प्रकाश के वेग से उसकी अपेक्षा दूर होती जा रही हैं। अब यदि अबलोकक नीहारिका 'नी' में चला जाय तो उसकी अपेक्षा 'पृ' की दिशा में दूरियों कम हो जायेंगी तथा उसकी उलटी दिशा में सापेक्षिक गति कम होने के कारण दूरियों अधिक हो जायेंगी। अतः अबलोकक फिर भी अपनेको विश्व के केन्द्र में पायगा।

विश्व में कोई बिन्दु निरपेक्ष केन्द्र बिन्दु नहीं है। जहाँ भी अबलोकक हो, वही उसके विश्व का केन्द्र है तथा विश्व सतत विस्तारित होता जा रहा है। ऐसा क्यों हो रहा है? कब तक होता रहेगा? इन प्रश्नों के उत्तर अभी तक प्रायः काल्पनिक हैं। सम्पूर्ण विश्व एक महाणु (Universal Atom) ब्रह्माण्ड था, जिसके स्वतः विस्फोट से विश्व की उत्पत्ति हुई, अथवा देशकाल (Space time) का स्वाभाविक गुण यत्र-तत्र संकुचित होकर पदार्थ तेज के परस्पर परिवर्तन का आरंभ करना है,—क्या यह परिवर्तन एक प्रकार का कम्पन है,—इन सभी अनुमानों से विश्व के उत्पत्ति के भिन्न-भिन्न सिद्धान्त निकाले गये हैं।

आधुनिक वैज्ञानिक उन्नति ने सृष्टि के रहस्या का उद्घाटन नहीं किया है, वरन् पीछे म
 सृष्टि कितनी रहस्यमय है, इसका भास कराया है। इस रहस्याद्घाटन में तथा विशेषकर
 ज्योतिषीय ज्ञान की प्रगति से मनुष्य ताराओं तथा नीहारिकाओं में हानेवाले आणविक
 विस्फोट का पृथ्वी पर सम्भव कर सके हैं। इससे कुछ मनुष्या का नाश हुआ तो क्या ?
 सृष्टि की सृष्टि सत्य, शिव एव सुन्दर है तथा आइन्स्टाइन के सापेक्षता सिद्धान्त ने भौतिक
 जगत् के नियमों को भी सत्य, शिव, सुन्दर का रूप दे डाला है। विश्व निरपेक्ष है, अतः
 सत्य है। अवलोकक विश्व का अपनी सीमित चेतना रूपी एनर्जी से देखकर इसे अपने
 ही रंग में रंग डालता है। देशकाल का सम्मिलित विश्व अवलोकक से परे शिव है। भौतिक
 संज्ञाएँ (Physical Entities) सरलता (Simplicity) तथा सममिति (Symmetry) के
 सुन्दर नियमों से सम्बद्ध हैं। आइन्स्टाइन की पद्धति में न सूर्य केन्द्र है, न पृथ्वी और न उनके
 आकर्षण का ही कोई स्वतः अस्तित्व है। देशकाल (Space-time) का विकृति ही सूर्य
 तथा पृथ्वी हैं, एव उनका आकर्षण भी है तथा उनकी गति का कारण है। सूर्यसिद्धान्त
 के लेखक ने भी 'अदृश्य रूपों कालस्य मूर्तियों' (अदृश्य काल के मूर्ति स्वरूप) शीमान्च,
 मन्दोच्च (Perigee Apogee) तथा पात (Nodes) को ही ग्रहों की गति का कारण माना
 था (सूर्य सि० २/१)। ज्योतिष शास्त्र का अध्ययन भी अदृश्य अज्ञेय ईश्वर के ही
 समीप पहुँचने की चेष्टा है।

अनुक्रमणिका

अगिरा	२०, २५	अलगोल	२७
अंत्यफल	५१	अलकलुल असाद	३०
अवा	३६	अलकेतुस	३५
अजदह	२४	अलकौर	२२
अगु	६६, ५८	अलतौर	३६
अतिग्र	४६	अलदवारन	३७
अर्तान	३०	अलदुब्ब अल ग्रसगर	२३
अर्णवयान मंडल	३८, ६२	अलधनव अलयेतौस अलजनूवी	३५
अरि	२३	अलधात अलकुरसी	२७
अनत मंडल	२३	अलनाथ	३७
अनुराधा	२६, ३०	अलमनक	४
अपक्रम ११, १२, १३, ४६, ७५ ७७, ७८, ८०, ८६		अलमराह अल वुसल	२७
अपक्रम लवन	६१	अलमिनहार	३५
अपभरणी	४१	अवरोहिया	६५
अभिजित	२२, ३३, ४१, ६६	अवलोरु	१०२, १०३, १०४
अपनाश	१२, ४४	अलसाद अलमलिक	३५
अयन-चलन	४३, ६३, ८४	अलसुरेस अलपरस	३४
अर्षे	३०	अलफाटौरी	१६
अया	३०	अलफा मेप	१८
अय्वल अल दवारन	३७	अलफा ह्यशिरा	१८
अरुन्धती	२०, ३६	अलहय्या	२४
अल अकर	३६	अलहीवा	३१
अल ओकाव	३४	अश्वसुज	४१
अल किल्ल	२३	अश्विनी	४१, ४२
अल अजमाल	३१	अश्लेषा	२६ ३

अमु	११	उरसामाइनर	२३
अधोगमन	७३	उल्का	६१
अहोरान	११, ८१	एकीला	३४
अहोरान वृत्त	५	एषदारिस	२६, ३६
अक्ष कोणा	८१	एण्डामीडा	३४, ३५
अक्षज्या	८१	एरिडानी	३६
अक्षांश	२, ३	एलसियोन	३६
आइन्स्टाइन	१०१, १०२, १०३, १०५	ओरायन	३२, ३६, ३६
आकाश गंगा	६२, १००, १०८	औरफीयम	३३
आर्कत्पूरस	३१	फदम्ब	२४
आगोनाविष	३८	कदम्बाभिमुख भाग	१२, १३
आर्ध	२१	फन्या	२८
आर्द्रा	६८	ऊर्क	२८, ३०
आर्यभट्ट	५८	ऊर्कट	७५
आरु	३०	ऊतु	२०, २१
आरोही पात	६५	वपि	२५, २७
आलटैयर	३८	कपिमण्डल	२७
आर्वन	१६	कल्चियम	६७
आसाद	३०	कृत्तिका	३१, ३३, ३६, ४१, ४२
आस्तेपा	४१	काक भुशुबुडी	३६
इन्द्र	३, ८८	क्रांतिचलक	७, ८, १२, १३, ७६, ८२, ८६
ईश	२८	क्रातिवृत्त	४२, ७७, ८३, ८२
उज्जयिनी	२	क्रातिमार्ग	८२
उत्तर प्रोष्ठपद	४१	कारिना	३८
उत्तरफाल्गुनी	२६, ३०	कालका	२०
उत्तराषाढा	३३	काल का समीकरण	८३
उधिर	२१	कालपुरुष	३३, ३७, ६६
उदयलग्न	८१	काचाउ (कमडल)	३४
उदागार	६७	काश्यपीय	२५
उन्नत ताल	७१	साहिनूर	३६
उन्नतांश	१०, ४६, ६६, ७५, ८८	मिफ्रौस	२७
उन्मडल	५	कुम	३३
उपदानवी	१६, २८, २५, २६, ३३, ३५, १००	कुंतल	६६
उपदानवी नीहारिका	१०४	केतु	५०
उपरिगमन	७३, ७५	केनिस वेनाटिसी	२४

मेपलर	५४,५६	जुलियन पंचांग	८४
मैस्टर	३०	ज्येष्ठा	२६,३०,६६
मैन्सर	३०	ज्येसन	३८
मैनिस् मेजरिस	३०	टाइकोब्रेही	५३
मैसियोपिआ	३५	टालमी	५१
कोणीयातर	१०,५०,६४,७३	टौरस	३६
कोज्या	६५,७७	डेनिवोला	३१
कौपरनिकस	५३	ड्राको	२४
कौर लियोनिस	३०	तरंगमान	६६
क्रॉच	३६	तरंग मानान्तर	६६,१००,१०३
क्षितिज चाप	१०,११,१७	तरंग-शृंगार	६५
क्षीरपथ	२५	वापविक्षिरण	६८
क्षीरसागर	२५	वागस्तवक	६६
क्षैतिज पद्धति	१०	तालमी	१५
क्षैतिज यत्र	७३	तिष्य	४१
क्षैतिज लंबन	८७,६१,६२	तियनचू	२१
लगेश	३३	त्रिक	३३
लगोल	१,२	त्रिचंशक	१०२,१०३
गति विज्ञान	५४	त्रिशंकु	६२
गुरुत्वाकर्षण	६८	त्रिशंकुमंडल	४०
गुरुत्व केन्द्र	७१	तुला	२८,३१,४१,४७
ग्रह-उपग्रह	१००	तजोकर	१०१
ग्रहावली	६६	थहर	२१
गामारे	१०१	दशान्न	२८,३०
चरखण्ड	१८	दशान्नमंडल	३०
चतुःसंशक	१०२,१०३	दशिक छेद्य	६८
चन्द्रग्रहण	२,६६	दसनस	१०,३२
चन्द्रशेखर	६६	दक्षिणोत्तरमंडल	३,१०,८१
चक्षुताल	७१	युपितर	३६
चापमान	८८,८६	दूरग्रह	४६
चिन्ता	२६,३०,४१,४२	दृक् पद्धति	१०
छेदविधि	१६,६७	दृक्मंडल	६०
जलकेतु	३३	दक्षिणलम्न	८१
ज्या	७७	देन्देख	३३
		देने वक्रदौन	३५

देशान्तर	३	पिपरी-रेडुग्रा	३०
दैत्य	६७	पिप्पिषि औस्ट्रलिस	३६
धनिष्ठा	३३	प्लीएडस	३७
धनु	३३	पुच्छल	६२
ध्रुवतारा	२०	पुनर्वसु	२८, २९, ३०
ध्रुवपोत	११	पुलस्त्य	२०
ध्रुवसमीपक	३	पुलह	२०, २१
ध्रुवाभिमुख	११	पुलोमा	२०, ३४
धूमकेतु	६१	पूर्वाष्विण्डल	५, १०
नताश	१०, ६६, ७३, ७७	पूर्वाभाद्रपदा	३४
नति	८७	पूर्वाषाढा	३३, ४१
नाक्षत्रअहोरात्र	२, ६	प्लूटो	३, ४८
नाक्षत्रकाल	८३	पेगासी	३४
नाक्षत्र सौरवर्ष	६	पेगेसस	२४
नाऽश	२१	प्रोष्ठपाद	३४
नाडीबलय	८०, ६१	पोलकस	३०
निडकौम्ब	८५	प्लामस्टीड	७६
निकटग्रह	४६	पिक्वीस	२७
निरपेक्ष स्थूलत्व	६५, ६६	ब्रह्ममण्डल	६२
नीहारिकाएँ	६६, १०४	त्रायर	१५
नूड	३८	विनतुलनाऽशञ्चल मुगरा	२३
नेपच्यून	३४	बीदादौरी	१६
न्यूटन	१०१	बीदावरह	१८
पदार्थ तत्व	१०३	बुध	२, ३
परमवृत्त	५, १०	बूटस	३१
परमविकिरण	६७	बोरिआलिस	३१
प्रकाशवर्ष	४, ६३	भगणकाल	५७, ५८
प्रवेग	५७	भमोग	१२, ४४, ४५
पलभा	७७	भमोगअपक्रम	१२
पपिस	३८	भरणी	३५
परिक्रमणकाल	५७	भास्कराचार्य	८७, ८८
परिविहला	६३, ६६, १००, १०३, १०४		
पारगमन	८३		
पारगमन काल	१७, १८		
पारगागेय	१००		

विकुंचन	१०३	शुभ	३,२८
विकोणमापक यत्र	७१	शुनीमंडल	२८,२६
विशाखा नक्षत्र	२६,३०,४१,४२	शेषनाग	२०
विष्कम्भ	८१	शेषनाग उल्का	६२
विलोमानुपातिक	६५,१००	संचार	५६
विश्वविधान	६५	संचार मेरु	६६
विपुव बलय	५,६७	संचारलक्षण	८६,६१
विपुव वृत्त	७६	सजकृमी	३३
विपुवत रेखा	३	संपात	८
वृष	१६,३३,४७	संपात विन्दु	४३
वृश्चिक	२८,२६,४७	संयुति	५६
वृहस्पति	३,१६	संयुति वर्ष	५७
वृहदक्ष	२१	सप्तपिंडल	२०,२५
वेगा	३३	सर्पमाल	२८,३०
वेधशाला	८३	सर्पमाल-मंडल	३०
वेला	३८	समपयान वृत्त	११
वैतरणी	३३	समसंचार	१६
वैवस्वत मन्धतर	२७	सम्मिति	१०५
वैरलेपिक गणित	१०३	समापक्रमवृत्त	१६
वैपुवत यत्र	७१,७४	समकोणीयान्तर	५६
विपुवत्प्रभा	७७	सवालमलिक	३५
व्यूहाणु	६७	सदिश राशि	५४
व्योम	१००,१०१	सापातिक काल	८३
शक्र	६६,७६	सापेक्ष	१०१
शुभोन्नति	५४,६५	सापेक्षता सिद्धान्त	१०२,१०५
शुभ भावनति	५४	सापेक्षिक गणित	१०४
शतभिन्	४१	सापेक्षिक भौतिक शास्त्र	६६
शर	११	सावन	२
शरत् सपात	१३	सावन दिवा (दिवस)	६,८२
धवण	३३,४१	सावन-रात्रि	६
श्रविष्ठा	४१	सिद्धपट्टन	२
शिशुकुग	३६	सिद्धात-मदति	८३,८६,८७
शिशुमारचक्र	२०,२३,२४	सिद्धात शिरोमणि	८७
शीमान्त्यान्तर	५२	सिफियस	३५
	५०,५७,१०५	सिंह	४७

अंतर नहीं दीखता। इनकी गति ऐसी होती है माना यह किसी विशाल 'गोल' की भीतरी सतह पर जड़े हैं और यह 'गोल' एक निश्चित घुरी के चारों ओर घूम रहा है। ताराग्रह के इस कल्पित गोल को लगान कहते हैं। ताराग्रह मंडला (Constellations) में विभक्त हैं। लगान के एक बार पूरा भ्रमण कर जाने का समय 'नाक्षत्र ग्रहमय' (Sidereal Day and Night) है। वास्तव में यह पृथ्वी के, अपनी ध्रुव पर, एक बार भ्रमण का समय है। (आर्यभटीय-काल क्रिया ५)

सूर्य नित्यप्रति नक्षत्रों की अपेक्षा पश्चिम से पूर्व को हटता रहता है तथा एक नाक्षत्र सौर वर्ष (Sidereal Solar year) में नक्षत्रों की एक परिक्रमा कर जाता है। एक नाक्षत्र सौर वर्ष में ३६५ २५६ सावन—(Terrestrial) दिवस होते हैं तथा उतने ही समय में ३६६ २५६ नाक्षत्र ग्रहोदय हो जाते हैं। प्राचीन ज्योतिषियों ने ग्रह नक्षत्रों में कौन स्थिर तथा कौन चलायमान है तथा इनकी गति के क्या कारण है, इन प्रश्नों की बहुत छानबीन नहीं की है। पर उस काल के ज्योतिषियों ने अपने अल्प साधना से ही ग्रह-नक्षत्रों की स्पष्ट गति की नाप-जोख करके उनका स्थान निरूपण करने के नियम निराले। भारत के आर्यभट्ट को छोड़ कर सभी प्राचीन ज्योतिषियों ने पृथ्वी को स्थिर तथा ग्रह-नक्षत्रों की पृथ्वी के चतुर्दिक् घूमता हुआ माना। पृथ्वी गोलार्ध है, यह सभी मानते थे। पृथ्वी के गोल होने का प्रमाण प्रारम्भिक भूगोल जाननेवाले सभी लोगों को मालूम है। समुद्र के किनारे से देखने पर दूर जाते हुए जहाज का निचला भाग ही पहले दृश्य होता है। चन्द्रग्रहण में चन्द्रमा पर जो पृथ्वी की छाया पड़ती है, वह गोल होती है। पर इसका सबसे महत्त्वपूर्ण प्रमाण तो यह है कि सीधे उत्तर या दक्षिण चाहे किसी स्थान से चलिए, पृथ्वी के धरातल पर बराबर दूरी तक चलने पर ध्रुव तारा के स्थान में उतना ही अन्तर होता है। लगभग ६६ मील में यह अंतर १° का होता है। उत्तर तथा दक्षिण ध्रुव के पास पृथ्वी कुछ चपटी है। इसीलिए वहाँ १° के अन्तर के लिए ६६ मील से कुछ अधिक चलना होता है।

अब तो लोभ पृथ्वी के चारों ओर नित्य ही घूम आते हैं तथा समस्त पृथ्वी में अगणित स्थानों के अक्षांश देशान्तर तथा समुद्रतल से ऊँचाई की ठीक ठीक माप हो चुकी है। प्राचीन भारत में ज्योतिषियों ने अपनी ज्योतिर्गणना के लिए पृथ्वी पर कतिपय स्थानों के अक्षांश तथा देशान्तर अपनी सुविधा के अनुसार मान रखे थे। लका को वह उज्जयनी के सीधे दक्षिण पृथ्वी की विषुवत् रेखा पर स्थित मानते थे। उज्जयनी का अक्षांश उन्होंने २२½° माना था। वास्तव में आधुनिक उज्जयनी का अक्षांश २३°/१२" उत्तर है। लका से ६०° पूरव हटकर यमकोटि नगर तथा ६०° पश्चिम में रोमकपट्टन नगर की कल्पना की गई थी। लका का ठीक नीचे सिद्धपुर नगर माना गया था। लका, यमकोटि, सिद्धपुर तथा रोमकपट्टन—ये चारों पृथ्वी के विषुव वृत्त पर ६०° अंतर पर थे। पृथ्वी के उत्तर ध्रुव पर मेरु पर्वत तथा दक्षिण ध्रुव पर बड़वानल का स्थान था। (सूर्य सिद्धान्त १२/३७४०)।

उज्जयनी का अक्षांश तो लगभग २२½° है, पर न तो लका विषुवत् रेखा पर है और न मेरु पर्वत (पामीर) उत्तर ध्रुव पर ही है। उज्जयनी के अक्षांश की तो कदाचित् माप हुई थी, पर ऊपर लिखे अन्य अक्षांश तथा देशान्तर तो तत्कालीन ज्योतिषियों ने समय—अर्थात् दिन, वर्ष इत्यादि—का माप-जोख को सुगम बनाने के लिए मान रखे थे। जब लका में

अनुक्रमशिका

मुनीति	२८, ३०	स्वाती
सूर्यग्रहण	१०३	हस्त
मुहूर्त	३६	हयशिरा
सूर्यदूरक	५१	हमाल
सूर्यसमीपक	५१	हरकुलेश
सूर्यसिद्धांत	३, ३१	हस्तोदरिग
सेण्टोरी	४०	होइङ्गा
सौर	११	हिपाक्रैडस
सौरवर्ष	२, ६३	हिरण्यान्न
स्थानांतर	१०३	हृत्सर्प
स्पर्शज्या	७७	होराश
स्वस्तिक	८८	

शुद्धि-पत्र

चित्रों में अशुद्धि

(१) चित्र सख्या ६ में रेखा 'तिनशिति' का तिनशि अंश न से आगे शि बिंदु की ओर जाने के स्थान पर भूल से का बिंदु की ओर चला गया है। पाठक कृपया 'नका' रेखा को काट कर फिर 'तिन' रेखा को बड़ा कर 'शि' बिंदु की ओर ले जायेंगे।

(२) चित्र ६ भूल से पृष्ठ १४ तथा पृष्ठ २० पर दो बार छप गया है।

(३) चित्र २६ में पाठक दृष्टि बिंदुआ को मिलाती श्रृंखला रेखा लॉच लेंगे तथा लम्ब स ल के ल बिंदु को इसी रेखा पर मानेंगे।

(४) चित्र ४१ में ख' तथा क' बिन्दुआ को क्रमशः य का श ति तथा य वि श मु से बाहर न होकर इन रेखाओं पर ही होना चाहिए। उनके स्थान क्रमशः ए व तथा ग ह बिन्दुओं के बीच में हैं।

पाठ में अशुद्धि

पृष्ठ	लाइन	अशुद्ध	शुद्ध
३	१३	आर्यभटीय	आर्यभटीयम्
४	१०	१६ मिनट	८ मिनट
१०	२३	'तिनशिति'	तिनशिति'
२१	१७	४ बजे प्रातः	२१ अक्तूबर ४ बजे प्रातः
२५	११	चित्र ४—१	चित्र ६—११
३०	२६	निकली	सम्बद्ध हुई
३४	५६	का कारण	से सम्बद्ध
३५	१३	४	१
३५	१६	नेती	रेखती
४०	१	α तथा सेन्टौरी (centauri) β	α तथा β सेन्टौरी (centauri)
४८	२०	अथवा दा	अथवा सूर्योदय के दो
५२	९	मद	शीघ्र
५६	११	आनुमानिक	आनुपातिक
६७	२६	गुप्ति	पुष्टि
७६	४	Plate is	Plumb
८१	११	स्थान विशेष अक्षांश	स्थान विशेष के अक्षांश
८२	३	अहोरात्र	अहोरात्रांतर
८३	२२	प्रत्येक	प्रत्येक को
९०	२	ताराविशेष	तारा ग्रह विशेष
९३	१४	२० ल०	२० ल०
		१६ X ल	१६ X ल

सूर्योदय होता तब यमकोटि में मज्जाह रहता, सिद्धपुर में सूर्यास्त होता रहता तथा रोमम्भट्टन में आधी रात रहती (सिद्धान्त शिरोमणि ३—४४)। सूर्यसिद्धान्त में यह भी लिखा है कि मेरु (उत्तर ध्रुव) पर देवता रहते हैं तथा वङ्गवानल (दक्षिण ध्रुव) पर राक्षस। देवता तथा राक्षसों का दिन अथवा उनकी रात मनुष्या के आधे वर्ष के बराबर है। जब देवताओं का दिन होता है तब राक्षसों की रात होती है और जब देवताओं की रात होती है तब राक्षसों का दिन (सं. सि० १/१४)।

प्राचीन ज्योतिषियों ने पृथ्वी को स्थिर माना। एकमात्र आर्यभट्ट ने ही ऐसा लिखा है कि ललाट स्थित मनुष्य नक्षत्रों की उल्टी ओर (पूरव से पश्चिम) जाता हुआ उसी भाँति देखता है जिस भाँति चलती नाव में बैठे मनुष्य को किनारे की स्थिर वस्तुओं की गति उल्टी दिशा में मालूम होती है—

अनुलोमगतिर्नामः परपथचलं विलोमं यद्वत्।

अचलानिमानि तद्वत् समपश्चिम्नानि लंकाराः॥

—(आर्यभटीयः गोलपाद. ६)

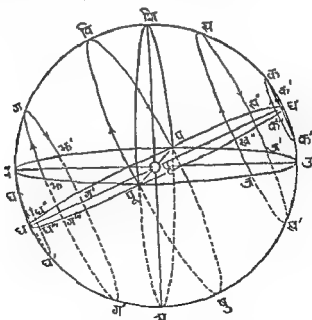
वास्तव में सूर्य अन्य नक्षत्र ताराओं के समान है, परन्तु पृथ्वी के समीप होने से उसका प्रकाश अत्यन्त प्रखर है। बुध, शुक्र, पृथ्वी, मंगल, बृहस्पति, शनि, इन्द्र (Uranus), बरुण (Neptune) तथा प्लूटो—ये सब क्रमशः सूर्य के चतुर्दिक् (Ellipse) दीर्घवृत्त मत्तों में भ्रमण करते हैं। चन्द्रमा पृथ्वी के चारों ओर भ्रमण करता है। इसीलिए चन्द्रमा को उपग्रह कहते हैं। पृथ्वी के एक निश्चित धुरी पर भ्रमण के फलस्वरूप नक्षत्रों का रगोल एक निश्चित धुरी पर घूमता दिखाई देता है। रगोल के उत्तर ध्रुव के समीप ध्रुव तारा है जो ग्रहों को सदा स्थिर दिखाई देता है। पृथ्वी के किसी एक स्थान से किसी समय रगोल का अक्षांश ही दिखाई देता है। पृथ्वी के उत्तर अथवा दक्षिण ध्रुव से सदा रगोल का उत्तरी अथवा दक्षिणी भाग ही दिखाई देता है। इसके विपरीत पृथ्वी की मिडलरेखा के किसी भी स्थान से किसी समय रगोल का उत्तरी तथा दक्षिणी दोनों ही भागों का आधा-आधा अंश दिखाई देता है। २५° उत्तर अक्षांश (काशी) की रेखा भारत की बीचो-बीच काटती है। इस अक्षांश के किसी स्थान से देखने पर रगोल का उत्तर ध्रुव क्षितिज से २५° ऊपर को उठा दिखाई देता है। रगोल का दक्षिण ध्रुव क्षितिज से २५° नीचे रहने के कारण दिखाई ही नहीं देता। रगोल के उत्तर ध्रुव से २५° दूर तक के तारे अपने दैनिक भ्रमण में दक्षिणोत्तर मंडल (North-South line Meridian) को दो स्थानों में काटते हैं। यदि कोई तारा विशेष उत्तर ध्रुव से क°, दूर रहा तो ये दोनों स्थान क्रमशः क्षितिज के उत्तर बिन्दु से २५° + क° तथा २५° - क° दूर रहते हैं। जबतक क° का मान २५° से कम रहता है, तबतक तारा २४ घंटे में कभी अस्त ही नहीं होता। ऐसे ताराओं को ध्रुवसमीपक (Circumpolar) तारे कहते हैं। इसके विपरीत रगोल के दक्षिण ध्रुव से २५° दूर तक के ताराओं का २४ घंटे में कभी भी उदय ही नहीं होता। ये तारे २५° उत्तर अक्षांश के स्थान से अदृश्य हैं।

नक्षत्र पृथ्वी से इतने दूर हैं कि दर्शक पृथ्वी-मंडल पर चाहे जहाँ-जहाँ भी जाय, उसे नक्षत्रों के पारस्परिक स्थान में कोई अन्तर नहीं दीखता। हाँ, ऐसा अवश्य होता है कि

स्थानान्तर से लगोल के कुछ नये भाग दिखाई देने लगते हैं तथा कुछ भाग अदृश्य हो जाते हैं। ज्योतिष शास्त्र में ग्रह-नक्षत्रों के स्थान का निरूपण लगोल की सहायता से होता है। इसके लिए लगोल की त्रिज्या कितनी है, यह जानना अनावश्यक है। पृथ्वी के स्थानों का निरूपण भी इसी भाँति स्थान-विशेष के अक्षांश तथा देशान्तर द्वारा हो सकता है। इसके लिए पृथ्वी का व्यास कितना है, यह जानना अनावश्यक होगा।

स्मरण रहे कि नक्षत्रों का यह लगोल पूर्वतः कल्पित है। पृथ्वी (अथवा सूर्य) से ताराग्रा की दूरी भिन्न भिन्न है। ताराग्रा की दूरी प्रकाश-वर्षों में मापी जाती है। प्रकाश की गति एक सेकेंड में १८६००० मील है। इस गति से प्रकाश एक वर्ष में जितनी दूर चला जाय, वह प्रकाश-वर्ष हुआ। निरुद्धतम ताराग्रा से प्रकाश १० अरबों वर्षों में कई वर्षों लगते हैं। इसके विपरीत सूर्य से पृथ्वी तक आने में प्रकाश को केवल ८ मिनट ही लगते हैं। पृथ्वी की त्रिज्या ४००० मील है। इसका फल यह होता है कि यदि दो तारे परस्पर 90° की दूरी पर हैं, तो पृथ्वी से देखने पर सभी स्थानों तथा सभी समय पर उनकी परस्पर दूरी उतनी ही रहेगी, तथा पृथ्वी के नित्य अपनी धुरी पर घूमने अथवा वर्ष-भर में सूर्य के चतुर्दिक् भ्रमण करने से नक्षत्रों के पारस्परिक स्थान में कोई अंतर नहीं आयेगा। यह बात अक्षरशः सत्य नहीं है। वास्तव में पृथ्वी के भ्रमण से ताराग्रा के स्थान में सूक्ष्म अंतर होते हैं तथा उन्हीं को माप कर ताराग्रा की दूरी निर्माणी जाती है। ग्रलमनक (Nautical-Almanac) में लगोल पर ताराग्रा के जो स्थान दिये रहते हैं, वह उस वर्ष के लिए माध्यमिक स्थान होते हैं।

चित्र-संख्या १ में, पृथ्वी के 24° उत्तर अक्षांश के किसी भी स्थान से, लगोल कैसा दीख पड़ेगा, इसका रूप दर्शित है।



चित्र १

'क्षि' पृथ्वी है तथा 24° उत्तर अक्षांश पर खड़ा दर्शक है। वास्तव में लगोल की तुलना में पृथ्वी तथा उसपर खड़ा दर्शक दोनों विस्तार में बिन्दुमात्र ही हैं। चित्र में

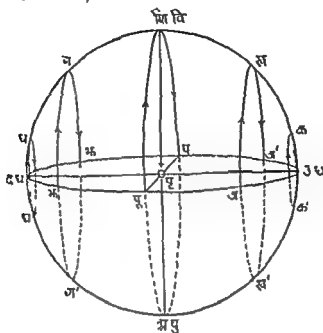
इसका विस्तार समझने की सुगमता के लिए उड़ाकर दिखाया गया है। 'शि' दर्शक का शिरोविन्दु है, 'ध' खगोल का उत्तर ध्रुव है। परमवृत्त उग्र द्यू दर्शक का क्षितिज है। 'अ' दर्शक का अधोविन्दु है। उ, प, द, पू, क्रमशः क्षितिज के उत्तर, पश्चिम, दक्षिण तथा पूर्व विन्दु है। परमवृत्त उ शि द अ को दर्शक का याम्योत्तर (दक्षिणोत्तर) मंडल कहते हैं तथा परमवृत्त प शि पू अ को दर्शक का पूर्वापर मंडल (Prime Vertical) अथवा सममंडल है।

खगोल का उत्तर ध्रुव 'ध' क्षितिज से 25° ऊपर को उठा हुआ है। खगोल का दक्षिण ध्रुव 'ध' क्षितिज के दक्षिण विन्दु 'द' से 25° नीचे होने के कारण अदृश्य है। पूर्व-पश्चिम खगोल की विषुवत् रेखा है। विषुवत् रेखा पर स्थित कोई भी तारा अपनी दैनिक गति से 'पू वि प पु' यह वृत्त बनायेगा। इसे विषुव-चलय कहते हैं। समय की माप प्राचीनकाल में नाडिमात्रा में होती थी। विषुव-चलय के अंश से समय का मोल होता था। अतएव विषुव-चलय को नाडीचलय भी कहते थे। इसका आधा अंश 'पू वि प' क्षितिज से ऊपर रहता है तथा आधा अंश 'प पु पू' क्षितिज से नीचे। खगोल के उत्तरार्द्ध में स्थित तारा 'र' अपने दैनिक भ्रमण में 'ज र ज' र' यह वृत्त बनाता है। जिसमें तारा वर्तमान रहे (वर्तते), यह उसका अहोरात्र वृत्त है। 'ज' तथा 'ज' ये दोनों विन्दु दर्शक के क्षितिज पर हैं। क्षितिज से ऊपर का भाग 'ज, र, ज' वृत्त के अर्द्धांश से अधिक है तथा नीचे का भाग 'ज' र ज' अर्द्धांश से कम। तारा 'क' तथा खगोल के उत्तर ध्रुव 'ध' में 25° से कम का अंतर है। इसके फलस्वरूप 25° उत्तर अक्षांश पर इस तारा का अस्त ही नहीं होता।

तारा 'ग' खगोल के विषुव से उतना ही दक्षिण है जितना तारा 'र' उत्तर को है। तारा 'ग' की परिक्रमा 'भ ग, भ' ग,' इस वृत्त पर होती है। भ तथा भ' ये दोनों विन्दु दर्शक के क्षितिज पर हैं। चिन से यह स्पष्ट हो जायगा कि जितना समय तारा 'र' क्षितिज से नीचे रहता है, उतना ही समय तारा 'ग' क्षितिज से ऊपर। खगोलिक दक्षिण ध्रुव 'ध' से 25° से कम के अन्तर का तारा 'ध' अपनी पूरी परिक्रमा 'ध ध' में क्षितिज के नीचे ही रहता है, इसलिए 25° उत्तर अक्षांश से ऐसे तारे कभी दिखाई ही नहीं देते। चिन में वृत्त 'ध पू ध' प' को उन्मंडल कहते हैं। इस मंडल पर सूर्य सदा ६ नूने प्रातः तथा ६ बजे संध्या को जाता है। इस वृत्त का उत्तरार्द्ध, क्षितिज से ऊपर तथा दक्षिणार्द्ध क्षितिज से नीचे है (सू० सि० ३/६)। यह प्रत्येक तारा के अहोरात्र वृत्त को दो समान भागों में खंडित करता है। तारा क, र, ग, तथा घ, इस वृत्त को क्रमशः क' र'' र' र'' ग' ग'' तथा घ' घ' विन्दुओं में छेदते हैं। प्रत्येक तारावृत्त के इन विन्दुओं से ऊपर तथा नीचे के अंश समान हैं।

चित्र-संख्या २ में दर्शक पृथ्वी की विषुवत् रेखा पर है। खगोल का उत्तर ध्रुव 'ध' क्षितिज के उत्तर विन्दु 'उ' के स्थान पर चला गया है। इसी भौति ध', तथा द, शि तथा रि, अ तथा पु, एक ही स्थान पर आ गये हैं। क, र, ग, घ, चारों ही तारे अपने अहोरात्र वृत्त का आधा अंश क्षितिज के ऊपर तथा आधा अंश क्षितिज के नीचे व्यतीत करते हैं। खगोल का उन्मंडल (6 O Clock Line) क्षितिज पर चला आया है। प्राचीन भारत में लंका विषुवत् रेखा पर स्थित माना जाता था, अतः उन्मंडल के पूर्वार्द्ध पर जय

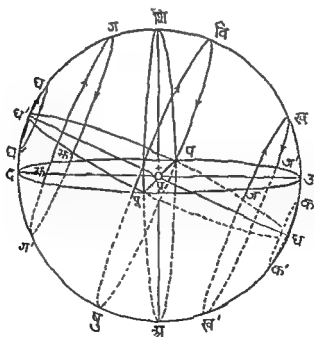
सोई ग्रह ग्रथना नक्षत्र आता था, तब उसका लंकोदय समझा जाता था। किसी ग्रह ग्रथवा



चित्र २

नक्षत्र के इस वृत्त पर आने का समय उस ग्रह ग्रथवानक्षत्र का लंकोदय काल कहा जाता था।

चित्र-संख्या ३ में दर्शाएँ पृथ्वी के ३५° दक्षिण अक्षांश के स्थान पर रखा है।

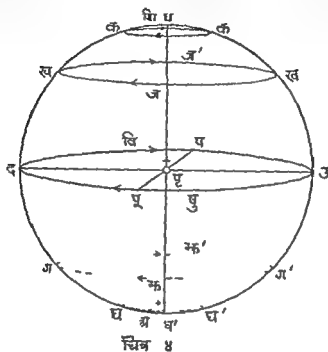


चित्र ३

सर्गोल का विपुल-बलय, शिरोविन्दु के उत्तर से जाता है। चित्र-संख्या १ में 'क' तथा

'य' ताराग्रा की जैसी गति है, वैसी गति चित्र ३ में 'घ' तथा 'ग' ताराग्रा की है। सगोल का दक्षिण ध्रुव 'घ' क्षितिज से 25° ऊपर को उठ गया है तथा सगोल का उत्तर ध्रुव 'घ' क्षितिज से 25° नीचे को चला गया है।

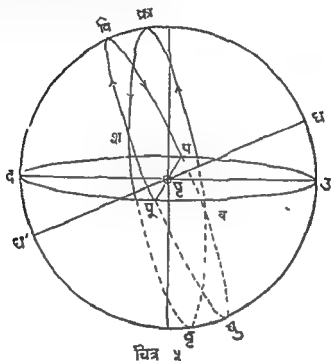
चित्र-सत्या ४ में दर्शक पृथ्वी के उत्तर ध्रुव पर है। सगोल का उत्तर ध्रुव 'ध' हटकर शिरोविन्दु 'शि' पर चला आया है। सगोल का विषुव बलय 'वि-प-पू' तथा दर्शक क्षितिज 'उ-पू-द-प' दोनों एक हो गये हैं। क, ख, इत्यादि उत्तर सगोल के तारे शिरोविन्दु ग्रथवा



क्षितिज से अपनी दूरा में कोई अंतर नहीं आने देकर गोल-गोल घूमते रहते हैं। रंगोल व दक्षिणार्द्ध के तारे कभी क्षितिज के ऊपर आते ही नहीं। यदि दर्शक पृथ्वी के दक्षिण ध्रुव पर चला जाय तो अवस्था इसके सर्वथा विपरीत होगी। रंगोल का दक्षिण ध्रुव 'ध' शिरोविन्दु पर आ जायगा तथा खगोल के दक्षिणार्द्ध के तारे ही क्षितिज से ऊपर होंगे।

वर्ष भर में पृथ्वी जो सूर्य के चारों ओर दीर्घवृत्त उनाती भ्रमण करती है तो ऐसा मालूम होता है मानो खगोल पर सूर्य का स्थान नित्य प्रति बदल रहा हो। खगोल पर सूर्य का स्थान का निरूपण प्राचीन काल में ज्योतिषियों ने चन्द्रमा की सहायता से किया था। सूर्य का प्रकाश में भी चन्द्रमा दिखाई देता है। दिन में सूर्य तथा चन्द्रमा की परस्पर दूरी माप कर रात्रि में अन्य ताराओं की तुलना चन्द्रमा का स्थान ठीक-ठीक निश्चय किया जा सकता है। सूर्य नित्य प्रति थोड़ा थोड़ा पश्चिम से पूरुव हटते हुए एक वर्ष में खगोल की एक परिक्रमा करता है। इस प्रकार सूर्य खगोल को दो खण्ड भागों में बाँटते हुए एक वलय बनाता है, जिसका केन्द्र दर्शक है। इस वृत्त का क्रान्ति-वलय कहते हैं (वक्रांश वृत्तिन खरया ५)। इसमें तथा खगोल के विषुव वलय में लगभग २३° २७' का अंतर है। सूर्य का क्रान्ति-वलय व तथा शून्य दो स्थानों में खगोल का विषुव-वलय

नो मूला है। ये दोनों स्थान संपातिक बिन्दु कहलाते हैं। ये वही स्थान हैं, जहाँ वसंत तथा शरद् ऋतु में सूर्य ग्रहणी दक्षिण से उत्तर अथवा उत्तर से दक्षिण की यात्रा में पृथ्वी की विषुव रेखा के ठीक ऊपर आ जाता है। इन्हें क्रमशः वसंत-संपात तथा शरद् संपात कहते हैं। जब सूर्य दो म से किसी एक संपात स्थान पर होता है तब उसकी गति चित्र-संख्या १ इत्यादि के विषुववर्त्ती तारे के समान होती है। सूर्य जब विषुव से



सबसे अधिक उत्तर आ जाता है तब उसकी गति 'र' तारा जैसी होती है तथा उत्तरी गोलार्द्ध में दिन लम्बे और रातें छोटी हो जाती हैं, क्योंकि सूर्य अपेक्षाकृत अधिक समय क्षितिज के ऊपर रहता है तथा कम समय के लिए ही क्षितिज के नीचे जाता है। इसी भाँति जब सूर्य राशोलिक विषुव के दक्षिण जाता है, तब उसकी गति तारा 'ग' के समान हो जाती है। (चित्र संख्या १ से ४ तक)।

अपने प्रातिपत्य पर सूर्य की गति पश्चिम से पूरव है। अर्थात् जबकि नित्य २४ घंटा में सूर्य तथा अन्य ग्रहनक्षत्र पूरव से पश्चिम हट कर आकाश की एक पूरी परिक्रमा करने दिखाई देते हैं, तब सूर्य पूरे वर्ष भर में पश्चिम से पूरव हटते हुए नक्षत्रा के राशोल की एक परिक्रमा कर लेता है।

ग्रह-नक्षत्र

सादर भेंट

श्रीत्रिवेणीप्रसाद सिंह, आई० सी० एस०

८०७
सिंह



बिहार-राष्ट्रभाषा-परिषद्
पटना

दूसरा अध्याय

आकाशीय मापदंड

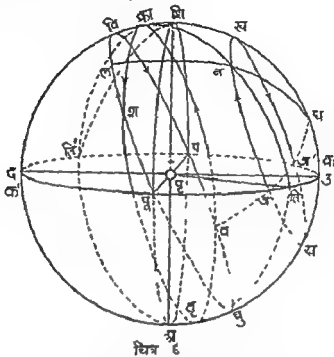
समय के अनुसार आकाशिन वस्तुओं के प्रत्यक्ष स्थान में परिवर्तन होता दीखता है। साधारणतः समय की गणना सूर्य से होनी है। नाक्षत्र राशोल की परिक्रमा में सूर्य को जो समय लगता है, वह नाक्षत्र सौरवर्ष है। मध्यरात्रि से मध्यरात्रि तक का समय सौर अहोरात्र है। (अहः = दिन) मृत्योदय से सूर्यास्त का समय 'सावन दिवा' तथा सूर्यास्त से सूर्योदय तक का 'सावन रात्रि' है। सावन दिवा या रात्रि, अरुणि, अर्थात् पृथ्वी, के संयोग से बने हैं तथा उनका मान दर्शक के स्थान पर निर्भर करता है। सौर अहोरात्र का माध्यमिक मान समस्त पृथ्वी के लिए एक है; पर किसी स्थानविशेष का सौर समय उस स्थान के देशांतर पर निर्भर करता है। सौर अहोरात्र २४ घंटे का होता है। एक नाक्षत्र सौर वर्ष में $३६५\frac{1}{4}$ सौर अहोरात्र होते हैं। नक्षत्रों का राशोल इतने ही समय में $३६६\frac{1}{2}$ बार पूरा घूम जाता है अथवा पृथ्वी के ऐसा घूम जाता हुआ दिखाई देता है। नक्षत्रों की परिक्रमा एक बार जितनी देर में हो जाती है, उसे नाक्षत्र अहोरात्र कहते हैं (Sidereal Day and Night)। यह लगभग २३ घंटे ५६ मिनट का होता है। इसका अर्थ और कुछ नहीं, केवल इतना ही है कि यदि किसी स्थान विशेष पर आज कोई नक्षत्र १० बजे रात्रि को उदय या अस्त होता है या आकाश के याम्योत्तर (दक्षिणोत्तर) मंडल पर आ जाता है तो फल यह नक्षत्र ६ बज कर ५६ मिनट पर ही उसी स्थान पर आ जायगा तथा क्रमशः एक वर्ष में यह अन्तर पूरे एक अहोरात्र का हो जायगा। इससे फलस्वरूप किसी एक स्थान पर नित्य एक समय आकाश का रूप एकजैसा न रहेगा; परन्तु यदि प्रतिदिन चार मिनट पहले आकाश का निरीक्षण किया जाय तो नक्षत्रों का पारस्परिक स्थान एकजैसा ही दीख पड़ेगा। ऐसा किसी सीमा तक ही किया जा सकता है, क्योंकि नित्य चार मिनट पहले देखते देखते एक समय ऐसा आयगा कि चार मिनट पहले कोई नक्षत्र दिखाई ही न दे; क्योंकि तबतक सूर्य का अस्त नहीं हुआ रहेगा। फिर दर्शक के अज्ञात से नक्षत्रों के स्थान में परिवर्तन हो जाता है। यह सब होते हुए भी नक्षत्रों का पारस्परिक स्थान वस्तुतः एक जैसा ही रहता है।

आकाशीय वस्तुओं की गति तथा उनकी परस्पर दूरी का ज्ञान अथवा आकाश व चमत्कारों का साधारण परिचय भी प्राप्त करने के लिए यह आवश्यक हो जाता है कि

आकाश में इनके स्थान का ठीक ठीक वर्णन हो सके। किसी स्थान विशेष से नक्षत्र ग्रह तथा ग्रह विशेष वहाँ से किस दिशा में हैं तथा क्षितिज से कितना ऊपर हैं तथा ठीक किस समय दर्शक ने उसको देखा, इतना यदि बताया दिया जाय तो उस नक्षत्र अथवा ग्रह के स्थान का निरूपण हो जाता है। दर्शक के स्थान तथा अवलोकन के समय को निर्धारित कर देना आवश्यक है; क्योंकि जैसा पहले बताया जा चुका है, दर्शक के स्थान तथा समय से किसी आकाशीय वस्तु के स्थान में अंतर हो जाता है।

आकाशीय वस्तुओं के माप जोल की इस पद्धति को क्षैतिज पद्धति (Horizontal system) अथवा डक् पद्धति कहते हैं। इस पद्धति में स्थान विशेष पर यदि किसी पतली बोरी में कोई भारी पत्थर बाँध कर लटकवाया जाय तो इस 'सीस रज्जु' की सीध में लीची हुई सरल रेखा आकाश के दृश्य भाग को जिस बिन्दु पर काटेगी, उसे शिरोबिन्दु अथवा एक्लिप्टिक, तथा नीचे आकाश के अदृश्य भाग को जिस बिन्दु पर काटेगी, उसे अधोबिन्दु कहते हैं। ये दोनों बिन्दु क्रमशः आकाश के दृश्यभाग के उच्चतम तथा अदृश्य भाग के निम्नतम स्थान हैं। शिरोबिन्दु तथा अधोबिन्दु के बीचोबीच का परम वृत्त (Great circle) क्षितिज है। गोल पर लींचे जानेवाले सबसे बड़े वृत्तों को परम वृत्त कहते हैं। गोल का केन्द्र इनकी धरातल में होता है। शिरोबिन्दु से होकर जाने वाले सभी परमवृत्त किसी-नकिसी मंडल के नाम से प्रसिद्ध हैं। चित्र सख्या ६ में दर्शक के एगोल का दृश्य अर्थात् क्षितिज के ऊपर का भाग दिखाया गया है। 'पू' द प-उ' दर्शक का क्षितिज है। 'शि' दर्शक का शिरोबिन्दु है तथा 'ध' एगोल का उत्तर ध्रुव। 'न' किसी एक तारा का स्थान है। 'उ ध-ख शि द' एगोल का वह परम वृत्त है जो शिरोबिन्दु तथा क्षितिज के उत्तर तथा दक्षिण बिन्दु से होकर जाता है। इसे याम्योत्तर अथवा दक्षिणोत्तर मंडल कहते हैं। परमवृत्त 'पू-शि-य' शिरोबिन्दु तथा क्षितिज के पूरव तथा पश्चिम बिन्दुओं से होकर जाता है। इस वृत्त को पूर्वापर मंडल कहते हैं। शिरोबिन्दु 'शि' तथा तारा 'न' से होकर लींचे जानेवाले परमवृत्त 'ति-शि-न-ति' का धरातल क्षितिज के धरातल पर लग्न होगा। इस परमवृत्त को तारा 'न' का दृग्मंडल कहते हैं। यह मंडल सीस रज्जु दर्शक तथा तारा 'न' का धरातल है। यदि यह मंडल क्षितिज को 'ति' तथा 'ति'—इन दो बिन्दुओं में छेदे, तथा नक्षत्र 'न' शिरोबिन्दु तथा 'ति' के बीच हो तो 'ति' तथा 'न' के कोणीयान्तर को नक्षत्र 'न' का उन्नतांश तथा 'शि' एवं 'न' के कोणीयान्तर को तारा 'न' का नतांश कहते हैं। कोण 'दृष्टि' नक्षत्र की दिशा का ज्ञान कराता है। इसे क्षितिजचाप (Azimuth) कहते हैं। इसकी माप क्षितिज के दक्षिण बिन्दु से पूरव अथवा पश्चिम को होती है। यदि कोई तारा याम्योत्तर मंडल पर हो तो उसका क्षितिज चाप ०° अथवा १८०° होता है। और यदि वह पूर्वापर मंडल पर हो तो उसका क्षितिजचाप ९०° पूरव अथवा ९०° पश्चिम होता है। चित्र में नक्षत्र 'न' का क्षितिजचाप लगभग १६०° पूरव है। इस पद्धति के अनुसार दर्शक के स्थान तथा समय के साथ नक्षत्र अथवा ग्रह का उन्नतांश तथा क्षितिजचाप बताया दिया जाय तो उस नक्षत्र अथवा ग्रह के तात्कालिक स्थान का पूर्ण निरूपण हो जाता है। प्राचीन भारतीय पद्धति में

क्षितिजचाप के स्थान पर जहाँ तारा का उदय तथा अस्त हो, उन बिन्दुओं की पूर्व तथा पश्चिम बिन्दुओं से दूरी का व्यवहार होता था, जिसे तारा का अग्र (Amplitude) कहते थे। चित्र ६ में तारा 'न' का अग्र = पू ज = प ज' है।

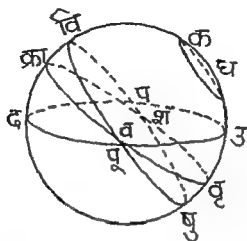


इस पद्धति में भारी भुट्टि यह है कि ऐसा वर्णन किसी स्थान तथा समयविशेष के लिए ही सत्य है। इसी कारण ज्योतिष में इस क्षितिज पद्धति का व्यवहार न कर के अस्तु तथा अपनम पद्धति का व्यवहार होता है। तारा 'न' की दूरी आकाश के उत्तर ध्रुव से एक-जैसी रहती है। 'न' तथा 'घ' बिन्दुओं से होकर रौंछा जानेवाला परमवृत्त रंगोल के विपुल-बलय को बिन्दु 'ल' में छेदता है। 'ल' से 'न' की दूरी को 'न' का अपनम (Declination) कहते हैं। इसे नीचे में व्यक्त करते हैं। उत्तर ध्रुव का 'अपनम' ६०° उ है। इसी भाँति दक्षिण ध्रुव का अपनम ६०° दक्षिण है। विपुल-बलय पर 'ब' अर्थात् वसंत-संपात से बिन्दु 'ल' की दूरी नक्षत्र 'न' का अग्र है। विपुल-बलय को पूरा एक बार घूम जाने में २४ घंटे लगते हैं। इसका मान ३६०° के बराबर हुआ अथवा १ घंटा और १५° का कोण, ये दोनों बराबर हुए। यह 'घंटा' सौर (Solar) समय के अनुसार नहीं, बल्कि नाक्षत्र समय के अनुसार है अर्थात् एक 'घंटा' सौर अहोरात्र की जगह नाक्षत्र अहोरात्र का चौबीसवाँ भाग है। बलय 'घ-न-ल' विपुल-बलय पू विषय पर लग्न है। 'ज-न-ख-ज-स' तारा 'न' का अहोरात्र वृत्त है। इस वृत्त के किसी बिन्दु से यदि 'घ-न-ल' जैसा परमवृत्त रौंछा जाय तो वह विपुल-बलय पर लग्न होगा तथा तारा के अहोरात्र वृत्त तथा विपुल-बलय के बीच का अग्र अर्थात् तारा का अपनम प्रत्येक दशा में समान होगा। इस कारण अहोरात्र वृत्तों को समपनम वृत्त अथवा समपयान वृत्त (अपयान = अपनम) भी कहते हैं। बलय 'घ-न-ल' तारा का ध्रुवाभिमुख अथवा ध्रुवोत्तर लग्न कहा जाता है। अतः चाप 'न-ल' को तारा का ध्रुवाभिमुख 'शर' (Arrow) भी कहते हैं।

विष्णु-मन्दिर के विन्दुश्रा का स्थान उनकी तथा वसंत सर्पातिक विन्दु 'व' की दूरी द्वारा व्यक्त किया जाता है। इसे जन कोण में व्यक्त करते हैं तब इसे तारा का विषुवदश, अथवा भूभोग (Hour Angle) कहा जाता है। सम्पूर्ण बलय में 360° अंश होते हैं। एक अंश (1°) में 60 कला तथा एक कला ($1'$) में 60 विकला होती हैं। एक विकला को $1''$ इस चिह्न से व्यक्त करते हैं। भारतीय पद्धति में भूभोग को कला में व्यक्त करते थे। 360° अंश में नक्षत्र काल के 28 घटे होते हैं। अतः एक अंश = 4 मिनट तथा 1 कला = 4 सेकेंड। भारतीय काल-गणना में मूर्त्त अर्थात् मापने योग्य समय की सबसे न्यून माना यही 4 सेकेंड है। श्वास लेने तथा छोड़ने के समय के लगभग समान होने के कारण यह प्राण अथवा अशु के नाम से प्रसिद्ध हुआ। भूभोग की संख्या कला अथवा अशु में समान ही होगी। पृथ्वी ने विषुव वृत्त पर निम्नी दो ताराश्री के उदयकाल के अन्तर को चर खंड (Ascensional Difference) कहते हैं। भारतीय ज्योतिषी लंका को विषुव रेखा पर मानते थे अतः वे चरखंड को लंकादयातर भी कहते थे। आधुनिक पद्धति में चरखंड का माप वसंत सर्पात 'व' से होता है जिसे संचार (Right Ascension) कहा जाता है। चित्र में चाप 'व-म-वि-ल' वृत्त के आधे से कुछ कम है। तारा 'न' का भूभोग लगभग 165° एवं संचार लगभग 11 घंटा है।

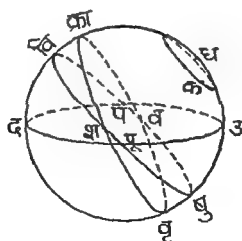
आकाशीय माप की उपरोक्त पद्धति नक्षत्रों के लिए ठीक है; पर ग्रहों के स्थान निरूपण के लिए एक तीसरी पद्धति का व्यवहार होता है। वास्तव में यह पद्धति उपरोक्त पद्धति से प्राचीन है; क्योंकि पहले ग्रहों के स्थान निरूपण के ही नियम निकाले गये थे। सूर्य के क्रान्ति-मन्दिर 'वक्राशु' के घरातल पर खगोल के केन्द्र से होकर यदि लम्ब खींचा जाय और वह खगोल को जिन दो विन्दुश्रा को पार करे, उन्हें कदम्ब कहते हैं। तारा अथवा ग्रह से क्रान्ति-वृत्त पर कदम्बाभिमुख शर खींच कर तारा के कदम्बाभिमुख शर अथवा विक्षेप (Celestial Latitude) का ज्ञान होता है। शर के क्रान्ति-मन्दिर पर पात विन्दु का वसंत-सर्पात से अन्तर माप कर तारा के भोग (Celestial Longitude) का निश्चय किया जाता है। यह पद्धति ग्रहों के लिए विशेष उपयोगी है; क्योंकि यह अपने भ्रमण में क्रान्ति-वृत्त के ही समीप रहते हैं। कदम्बाभिमुख भोग, अथवा विक्षेप में 'भोग', की गणना भी वसंत सर्पात से प्रारंभ होती है; पर भारतीय पद्धति में इसकी गणना पौंचवीं शताब्दी के सांपातिक विन्दु रेवती नक्षत्र से प्रारंभ करते हैं। वास्तविक वसंत सर्पात से इस स्थान के कोणीयातर को अयनाश कहते हैं। भारतीय पंचांगों में ग्रहों का स्थान रेवती नक्षत्र के योग तारा से प्रारंभ नरके ही दिया होता है। पश्चात्त्य पंचांगों में यह गणना उस वर्ष के वसंत सर्पात से प्रारंभ होता है। आधुनिक पंचांगों में ग्रहों के भोग तथा शर सूर्य को केन्द्र मानकर दिये होते हैं। उन्हें सूर्यकेन्द्रीय शर तथा भोग (Heliocentric Latitude and Longitude) कहते हैं। किसी ग्रह की गति प्रधानतः उससे तथा सूर्य के परस्पर स्थान पर निर्भर करती है। इसलिए ग्रहों की गति के ठीक ठीक माप-जोख में सूर्यकेन्द्रीय शर तथा भोग का विशेष महत्त्व है। इनका मान जहाजी पंचांगों में दिन तथा समय के साथ दिया होता है; क्योंकि इनमें सदा परिवर्तन होता रहता है। भूभोग अपक्रम तथा भोग शर, दोनों ही पर दर्शक के स्थानांतर का कोई

प्रभाव नहीं होता। फिर भी इन दोनों पदतियों में बड़ा अन्तर है। चित्र-संख्या ७ में लगोल के विपुल-बलय 'वू वि-य-यु' तथा सूर्य के क्रान्ति-बलय 'वक्राश-वृ' का परस्पर-स्थान



चित्र ७

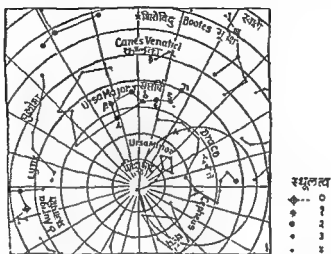
जिसी दिन तथा समय विशेष के लिए दिया गया है। 'व' तथा 'श' क्रमशः वसन्त-समाप्त (Vernal Equinox) तथा शरत्-समाप्त (Autumnal Equinox) के स्थान हैं। चित्र में क्रान्ति-बलय का उत्तर कदम्ब 'क' लगोल के उत्तर ध्रुव 'ध' से ऊपर है। इस दिन तथा समय को दिखाई देनेवाला कोई तारा यदि याम्योत्तर मंडल पर निपुव तथा क्रान्ति-बलय के बीच हुआ तो उसका अपनम (Declination) तो दक्षिण को होगा, परन्तु शर उत्तर को होगा। चित्र-संख्या ८ में क्रान्ति-बलय के स्थान में अंतर हो गया है। अतः



चित्र ८

क्रान्ति-बलय का उत्तर कदम्ब लगोलिख उत्तर ध्रुव के नीचे है तथा याम्योत्तर मंडल का कोई तारा यदि दोनों बलय के बीच है तो उसका अपनम उत्तर को होगा; पर कदम्बाभिमुख शर दक्षिण को होगा।

ग्रहों की गति सूर्यकेन्द्रीय होने के कारण उनका स्थान निरूपण सूर्यकेन्द्रीय भोग-शर द्वारा करना तो स्वाभाविक है। ताराओं के भोग शर के ज्ञान से लाभ यह है कि



चित्र ६

खगोलिक ध्रुव 'ध' का स्थान प्रतिवर्ष परिवर्तित होता रहता है; पर भ्रातिचलय का कदम्य प्रायः उसी स्थान पर रहता है। अतः ताराओं के परस्पर स्थान परिवर्तन का ज्ञान उनके भोग शर से ही अधिक मुल्य है। (देखिए चित्र ६)

तीसरा अध्याय

तारा तथा तारामंडल

राशि में आकाश का व्यवलोकन करने से ही यह स्पष्ट दिखाई देगा कि आकाश व तारागण न तो सभी समान प्रकाशवाले हैं, और न आकाश में समान रूप से बिखरे हैं। इन तारासमूहों की अपनी-अपनी विशेष आकृति है। प्रागैतिहासिक काल से ही मनुष्यों ने इन समूहों में भिन्न-भिन्न पशु, पक्षी अथवा अन्य काल्पनिक आकृतियों देरीं। इन नक्षत्रों के उदय अथवा अस्त से ऋतुओं का पता होने से, ध्रुव के समीपवर्ती नक्षत्रों के कभी अस्त न होने से तथा उनकी आकृति एवं परस्पर स्थिति से अनेक पौराणिक कथाएँ तथा आदिम जातियों की अनेक रीतियों की उत्पत्ति हुई। इन्हीं कथाओं से नक्षत्रों को लोकजीवन में स्थान मिला। नक्षत्रों का ऋतु-परिवर्तन इत्यादि पर प्रत्यक्ष प्रभाव देखकर लोगों में ऐसा विश्वास हुआ कि मनुष्य के भाग्य का भी आकाशीय ग्रह-नक्षत्रों से घना संबंध है।

प्राचीन कथाओं में न केवल नक्षत्रों तथा तारामंडलों को ही प्रमुख स्थान मिला है, बल्कि अनेक ताराओं के भी अलग-अलग नाम दिये गये हैं। चीन तथा भारत की अपनी-अपनी अलग-अलग पद्धति रही। हाँ, भारतीय तथा यूनानी (यवन-ग्रीक) विद्वानों ने एक-दूसरे से बहुत-कुछ सीखा। अरबों ने अपनी मरुभूमि में पथ जानने के लिए नक्षत्रों का सूक्ष्म अध्ययन किया। इससे उन्हें पीछे चलकर समुद्रयात्रा करने में बड़ी सुविधा हुई तथा वे अपने समय में ससार की सवात्तम नाविक जाति हो सके। आधुनिक पार्वत्य जाति में अधिस्तन नक्षत्रों तथा ताराओं के नाम वे ही हैं, जो अरबों ने उन्हें दिये थे।

चीन भारत तथा अरब में अनेक ताराओं तथा नक्षत्रों को लोगों ने पहचाना। प्राचीन भारतीय ग्रन्थों में यज्ञ-तन्त्र इनके नाम तथा कुछ ताराओं के शर तथा भोग भी दिये हुए हैं। सूर्य के क्रांतिवलय के बारह भागों के बारह तारासमूहों को राशि तथा चन्द्रमा के भ्रमणमार्ग के २७ समान भागों के तारासमूहों को चान्द्र नक्षत्र कहा गया। अन्य तारासमूह भिन्न-भिन्न नामों से प्रसिद्ध हुए। उत्तरीय अक्षांशों से दीप्त पड़नेवाले तारामंडलों की पहली पूरी सूची मिथी ज्योतिषी तालमी (Ptolemy) ने बनाई। तालमी ने ४८ नक्षत्रों अथवा तारामंडलों की सूची बनाई थी। पीछे चलकर अन्य नक्षत्र (अर्थात् तारासमूहों) की सूचियाँ उनीं। कुछ भाँड़े से ताराओं के अपने नाम रहे। फिर सत्रहवीं शताब्दी में बायर (Bayer) नामक पार्वत्य ज्योतिषी ने किसी तारामंडल विशेष के ताराओं की प्रकाश के अनुसार ग्रीक वर्णमाला

यदि कोई तारा प्रथम स्थूलत्व के ताराओं से 2×12 गुना अधिक प्रकाशमान है तो उपर्युक्त विधि के अनुसार उसका स्थूलत्व $1 - 1 = 0$ के हुआ। इससे भी अधिक प्रकाशमान ताराओं का स्थूलत्व ऋण संख्याओं द्वारा दिखाया जाता है। आकाश के सबसे प्रकाशमान तारा लुब्धक (Sirius) का स्थूलत्व -1.26 है। बृहस्पति लगभग इतना ही प्रकाशमान रहता है तथा शुक इससे भी अधिक। पूर्णचन्द्र का स्थूलत्व लगभग -12 है तथा सूर्य का -26.7 । ओंछों से दिखाई देनेवाले ताराओं की परमसंख्या लगभग ५००० है जिनमें से ३२०० तो ६ स्थूलत्व के हैं अर्थात् उनका प्रकाश इतना कम है कि उससे कम प्रकाश के तारे बिना यन के दिखाई नहीं देते। कोई ११०० ५ स्थूलत्व के हैं। ४२५ ताराओं का स्थूलत्व लगभग ४ है, १६० ताराओं का लगभग ३, तथा ६५ ताराओं का लगभग २। इससे कम स्थूलत्व संख्या के २० तारे हैं जिनके माध्यमिक प्रकाश से स्थूलत्व की गणना आरम्भ होती है। किसी स्थान से किसी एक समय एगोल का आधा अंश ही दिखाई देता है। बहुधा वायुमंडल में धूल इत्यादि होने से बहुतेरे ताराओं का प्रकाश छिप जाता है। अतः चन्द्रमा के अस्त होने पर भी कहीं से किसी समय १५०० से २००० तक ही तारे दिखाई देते हैं।

एगोल का यथार्थ मानचित्र तो किसी गोलाकार पर ही बन सकता है, पर उससे आकाश के ताराओं को पहचानने के लिए ज्योतिष शास्त्र के यथेष्ट ज्ञान तथा अभ्यास की आवश्यकता है। जैसा पहले बताया जा चुका है, स्थान तथा समय के अंतर से नक्षत्रों के उच्चताश तथा क्षितिज चाप (Azimuth) में अंतर हो जाता है। जैसे देशों के मानचित्र के अध्ययन के लिए पृथ्वी को छोटे-छोटे भागों में बाँट लेते हैं, वैसे ही ताराओं का परिचय प्राप्त करने के लिए एगोल को कई खंडों में विभक्त करने की आवश्यकता होती है। उत्तर भारत के स्थानों से आकाश के उत्तरी भाग, मध्यम भाग तथा दक्षिणी भाग का अलग अलग अध्ययन करना सुगम होगा। यो तो नक्षत्र-मंडलों की आकृति तथा उनके पारस्परिक क्रम से ही अधिकार नक्षत्र पहचाने जा सकते हैं; पर उनका ठीक ठीक निरूपण तो उनके ताराओं के संचार तथा अपक्रम से ही हो सकता है। २१ मार्च को सूर्य का संचार ० : शून्य रहता है। पूरे एक वर्ष में इसमें २४ घंटा का अंतर होता है। इस प्रकार किसी दिन विशेष को सूर्य का संचार क्या है, यह निकाला जा सकता है। यदि इसका मान 'क' घंटा हुआ और यदि किसी तारा का संचार 'ख' घंटा है तो यह तारा सूर्य से (ख—क) घंटा पीछे याम्योत्तर मंडल का उल्लंघन करेगा। इस प्रकार किसी दिन कोई तारा ठीक किस समय याम्योत्तर मंडल का उल्लंघन करेगा, यह निकाला जा सकता है। इसे तारा का पारगमन काल कहते हैं। जब तारा इस अवस्था में होगा तब उस स्थान के शिरोविन्दु से उसकी दक्षिण अथवा उत्तर दिशा में दूरी सहज ही निकाली जा सकती है। पंचांगों में नित्यप्रति सूर्य का संचार भी दिया होता है। इससे ही तारा के याम्योत्तर वृत्त उल्लंघन करने का ठीक-ठीक समय निकल सकता है।

कतिपय उदाहरणों से ऊपर बताई विधि स्पष्ट हो जायगी। सन् १९५२ के जहाजी पंचांग में ता० ११ अक्टूबर को सूर्य का संचार १३ घंटा ४ मिनट ५७ सेकंड है अर्थात् वसंत है।

में तारा अलफा हयशिरा (α -Pegasi) का संचार २३ घंटा २ मिनट २२ सेकेंड दिया हुआ है। स्थानीय समय का ज्ञान प्राप्त किए भूगोल में बताये विधि के अनुसार देशीय समय तथा दर्शक के देशान्तर से होता है। भारतीय समय $८२\frac{1}{4}^{\circ}$ पूरु देशान्तर का है। अतः यदि दर्शक का देशान्तर ८° है तथा देशीय समय स, तो स्थानीय समय हुआ स + $(८^{\circ} - ८२\frac{1}{4}^{\circ}) \times$ मिनट। सूर्य तथा तारा अलफा हयशिरा के संचार में ६ घंटा ५७ मिनट २५ सेकंड का अंतर है। अतएव उस दिन वह तारा सूर्य से इतने समय पश्चात् भी किसी स्थान पर याम्योत्तर मंडल का उल्लंघन करेगा। सूर्य स्थानीय समय के अनुसार ग्राह्य बजे दिन को याम्योत्तर मंडल का उल्लंघन करता है। स्थानीय समय के अनुसार यह नक्षत्र ६ बजे ५७ मिनट २५ सेकेंड रात को याम्योत्तर मंडल का उल्लंघन करेगा। इस तारा का अपक्रम $१४^{\circ} ५६' ४८''$ उत्तर को है। यदि दर्शक का अक्षांश २५° उत्तर है तो पगोल का विषुव याम्योत्तर मंडल को शिरोविन्दु से २५° दक्षिण झटकर उल्लंघन करेगा। अतः यह नक्षत्र याम्योत्तर मंडल का उल्लंघन करते समय शिरोविन्दु से $२५^{\circ} - १४^{\circ} ५६' ४८'' = १०^{\circ} ३' १२''$ दक्षिण को होगा।

इसी भौति नक्षत्र बीटा-पेरास (β -Persei) का संचार ३ घंटा ५ मिनट २ सेकंड है। यह उस दिन के सूर्य के संचार १३ घंटा ४ मिनट ५७ सेकंड से कम है। अतः यह तारा सूर्य से पहले ही याम्योत्तर वृत्त का उल्लंघन कर लेगा। दोना में अंतर ६ घंटा, ५६ मिनट, ४६ सेकेंड का है। अतः यह तारा उस दिन स्योदय के पूर्व प्रातः २ बजे ० मिनट ११ सेकेंड पर याम्योत्तर वृत्त का उल्लंघन कर लेगा। तारा का अपक्रम $४०^{\circ} ४६' २०''$ उत्तर है। अतएव य, २५° उत्तर अक्षांश से देखने पर यह शिरोविन्दु से $१५^{\circ} ४६' २०''$ उत्तर को याम्योत्तर मंडल का उल्लंघन करेगा।

आकाश के प्रमुख ताराओं के पहचान की एक विधि यह जान लेना है कि ठीक समय वह तारा याम्योत्तर मंडल का उल्लंघन करता है तथा शिरोविन्दु से कितना अंश उत्तर अथवा दक्षिण। आकाश के निरीक्षण का सबसे सुगम समय ८ बजे राति है। इसलिए बहुधा ज्योतिष ग्रंथों में ताराओं के इस समय याम्योत्तर वृत्त के उल्लंघन की विधि दी हुई रहती है। जिन ताराओं का अपक्रम दर्शक के अक्षांश के समान है, वे पारगमन-काल में शिरोविन्दु पर ही रहते हैं। उदाहरणार्थ मेष राशि का सर्वोच्च नक्षत्र अलफा मेष (α Arietis) का अपक्रम $२३^{\circ} १७'$ उत्तर को है। उज्जयिनी नगर का अक्षांश भी लगभग इतना ही है। अतएव अपने पारगमन-काल में यह नक्षत्र उज्जयिनी से देखने पर ठीक शिरोविन्दु पर ही दिखाई देगा।

ज्योतिषशास्त्र का और कुछ भी ज्ञान प्राप्त करने के पहले प्रमुख तारा-मंडल तथा उनके प्रमुख ताराओं का परिचय प्राप्त कर लेना आवश्यक है। मंडलों के भारतीय नाम के साथ उनके पाश्चात्य नामों का भी ज्ञान आवश्यक है, अन्यथा पाठकों को पाश्चात्य जहाजी पंचांग तथा ज्योतिष ग्रंथों में ज्योतिषीय भौतिक विज्ञान की आधुनिक पुस्तकों के व्यवहार तथा अध्ययन से वंचित रह जाना पड़ेगा। पुनः अनेक मंडलों के भारतीय नाम हैं ही नहीं। मंडलों के नामों के साथ उनके ताराओं का ग्रीक अक्षरा द्वारा नामकरण की विधि का ज्ञान भी आवश्यक है, क्योंकि यही ताराओं के नामकरण की आधुनिक अन्तरराष्ट्रीय प्रणाली है। ग्रीक

प्रकाशक—

विहार-राष्ट्रभाषा-परिषद्

सम्मेलन-भवन, पटना-३

प्रथम संस्करण, वि० सं० २०११; सन् १९५५ ईसवी

सर्वाधिकार सुरक्षित

मूल्य ३॥०; सजिल्द ४॥०

मुद्रक

युनाइटेड प्रेस लिमिटेड

पटना

वर्णमाला के अक्षरा की सूची नीचे दी हुई है। ग्रीक अक्षर का ज्ञान ज्योतिष ही नहीं, आधुनिक गणित अथवा भौतिक विज्ञान के अन्य मंडा के अध्ययन के लिए भी नितात आवश्यक है।

ग्रीक वर्णमाला

α	अल्फा	१	निउ
β	बीटा	६	छार्ड
γ	गामा	७	ओमिकोन
δ	डेल्टा	४	पाई
ε	एप्सिलन	५	य
ζ	जीटा	७	सिगमा
η	इटा	८	डी
θ	थीटा	९	उप्सिलन
ι	अयोटा	ϕ	फाई
κ	कैप्पा	χ	चारु
λ	लेम्ब्डा	ψ	साई
μ	मिउ	ω	ओमेगा

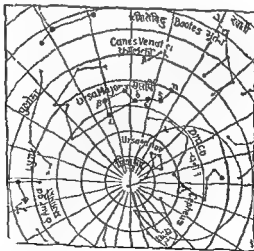
आग उत्तर भारत से देखे जाने पर तारा मंडला की आकृति तथा उनके परस्पर क्रम का वर्णन चित्रा की सहायता से किया जायगा। इनम तारा-मंडला के भारतीय नामों के साथ आधुनिक पाश्चात्य नाम भी हैं। ताराग्रा के भारतीय तथा पाश्चात्य नामों के साथ आधुनिक नामकरण पद्धति के अनुसार उनका क्या नाम है, यह भी बताया गया है। चित्रा म. १०° के प्रंतर पर समाप क्रम वृत्त (Circles of Equal Declination) तथा एकषट्ठा (अथवा १५°) F अन्तर पर सम संचार (अथवा सम भोग) रेखाएँ भी दी हुई हैं।

चौथा अध्याय

पृष्ठ ५५, नं० ११— तथा वर्षा ऋतु की संध्या में आकाश का उत्तर भाग—सप्तर्षि मंडल—
शिशुमारचक्र—शेषनाथ—पुलोमा—कालका ।

नक्षत्र मंडला में सबसे सुपरिचित सप्तर्षि-मंडल है। इसका कारण यह है कि इसीके सहारे प्रवर्तमान ध्रुवतारा की पहचान होती है। और मी, गर्मा के महीना में जब सूर्यास्त के बाद लोग बहुधा गहर रहते हैं, उन्हीं दिनों तब यह मंडल आकाश में अपने सर्वोच्च स्थान पर रहता है। चित्र सत्या ६ में २१वीं मई को लगभग ८ बजे रात्रि को आकाश के उत्तर भाग का रूप दिखाया गया है। चित्र के क्षितिज तथा शिरोदिन्दु 25° उत्तर अक्षांश के क्षिती मी स्थान के लिए सत्य होंगे। चित्र-संख्या १० तथा ११ में कुछ अन्य तिथियों को आकाश के उत्तर भाग का रूप दिखाया गया है। उत्तरी गोलार्ध में ऐसा कोई देश नहीं है, जिसमें इस मंडल को प्रधानता न मिली हो। भारत में इस मंडल के सात तारे प्रत्येक मन्वन्तर के सात ऋषियों के स्थान माने गये। वर्तमान स्वायम्भुव मन्वन्तर के सात ऋषि हैं—मरीचि, अंगिरा, अत्रि, पुलस्त्य, पुलह, ऋतु और वसिष्ठ। (मरीचिरमिराअत्रि पुलस्त्य पुलहऋतु सारङ्गतिवसिष्ठश्च एते सप्तर्षयः स्मृताः)। वसिष्ठ के समीपवर्ती सृष्टम तारा उनकी पत्नी अरुन्धती है। इन सात ऋषियों के स्थान क्रमशः पूर्व भाग से इस प्रकार हैं—मरीचि, अरुन्धति के सहित वसिष्ठ, अंगिरा, अत्रि, पुलस्त्य, पुलह और ऋतु।

(पूर्व भागे भगवान् मरीचिरपरे स्थितौ वसिष्ठोऽस्मात् तस्यागिरास्ततोऽत्रित्तस्यावन्न पुलस्त्यश्च पुलहऋतुरिति भगवानसन्ना अनुक्रमेण पूर्वाचात् तत्र वसिष्ठ मुनिवरमुपाधिता रुन्धती साध्वी। (पराहमिहिर बृहत्संहिता १३।६)



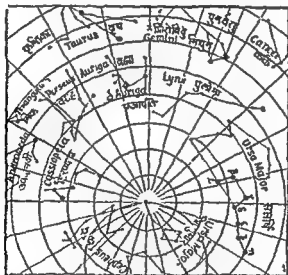
चित्र ४

२१ मई आठ बजे रात्रि, २१ अप्रैल दस बजे रात्रि, २१ मार्च बारह बजे रात्रि,
२१ फरवरी २ बजे रात्रि अथवा २१ जनवरी ४ बजे प्रातः को आकाश का उत्तर भाग।

पाश्चात्य देशों में इस मंडल को बृहदक्ष-मंडल कहते हैं। अनेक विद्वानों का मत है इसका कारण यह हुआ कि संस्कृत में मृच्छ शब्द का अर्थ रीछ अथवा भालू तथा चमरने वाला अर्थात् चमकीला तारा दोनों ही हैं। यूनानी दार्शनिक अरस्तू का यह मत था कि रीछ ही ऐसा जीव है जो उर्षीली उत्तर दिशा में इतनी दूर जा सके और इसी कारण प्राचीन काल में लोगों ने इस मंडल में भालू के आकार की कल्पना की थी।

प्राचीन ईरान में तैला की पूजा होती थी और वहाँ इस मंडल को हसोइरिंग (सात तैल) का नाम दिया गया था। मंडल का अरबी नाम नाश्र है, जिसका अर्थ होता है—मृत को रखने का बक्स। सात नक्षत्रों का नाम 'मिनतुल नाश्र अलकुयरा' अर्थात् महान मृत पेठी के साथ रुदन करनेवाली गलाएँ, है। चीन में इस मंडल को स्वर्ग का मणि-मंडल कहा गया है। प्राचीन ब्रिटेन में यह राजा आर्थर (King Arthur) के गोलमेज (Round Table) का स्थान था। वेल्श भाषा में आर्थ (Arth) मृच्छ (भालू) को कहते हैं तथा उथिर (Uthir) का अर्थ विलक्षण होता है।

पाश्चात्य बृहदक्ष मंडल में सात से अधिक तारे हैं। मनुस्मृति में भी सात नहीं, बरन् दस ऋषियों के नाम आये हैं (मरीचिमव्यगिरसौ पुलस्त्य पुलहश्चतुः। प्रचेतस वासिष्ठ च भृगु नारद मेघ च)। इस मंडल के प्रमुख ताराओं के आधुनिक पदवि के अनुसार ग्रीक



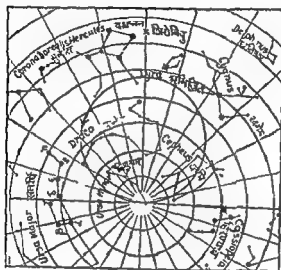
चित्र २०

संकेत
● ०
● १
● २
● ३
● ४

२१ फरवरी आठ बजे रात्रि, २१ जनवरी १० बजे रात्रि, २१ दिसंबर १२ बजे रात्रि, २१ नवंबर २ बजे रात्रि अथवा ४ बजे प्रात को आकाश का उत्तर भाग।

अक्षर द्वारा सूचित नाम तो चित्र में दिये हुए हैं। α—बृहदक्ष का पाश्चात्य नाम दुब्ब (Dub) अरबी के द्वारा दिये नाम 'यहर अलदुब्ब अल अकमर' विशाल मृच्छ की पीठ का संक्षिप्त रूप है। चीनी इसे 'तियनचू' अर्थात् आकाश की ध्रुव कहते हैं। भारतीय सप्तर्षियों में यह मनु है। मनु तथा पुलह (β—बृहदक्ष) दोनों ध्रुव तारा की सीध में हैं तथा इन्हें देखकर ही लोग ध्रुव तारा को पहचानना सीखते हैं।

β बृहदक्ष (β उर्सा मेजरिस पुलह) का लोक प्रिय पाश्चात्य नाम मिराक (Mirak) है। यह ग्रहों के दिये नाम 'अल मरारु' (अच्छ की कमर) का रूपान्तर है। γ बृहदक्ष पुलस्त्य तारा तथा δ—बृहदक्ष अत्रि है। α एवं β, अर्थात् क्रतु तथा पुलह में ५° का अन्तर है एवं α तथा δ अर्थात् क्रतु तथा अत्रि में १०° का अन्तर है। θ, ζ तथा η बृहदक्ष क्रमशः अगिरा, वसिष्ठ तथा मरीचि है। वसिष्ठ के पास का खूबन तारा अरुन्धती है। प्राचीन भारत में नव विवाहित दम्पती के लिए वसिष्ठ तथा अरुन्धती के



चित्र ११

२१ अगस्त ८ बजे रात्रि, २१ जुलाई १० बजे रात्रि, २१ जून १२ बजे रात्रि,
२१ मई २ बजे रात्रि अथवा २१ अप्रैल ४ बजे प्रातः को आकाश का उत्तर भाग।

दर्शन करने की प्रथा थी। वसिष्ठ का पाश्चात्यनाम 'मिजार' ग्रहों का दिया हुआ है। अरबी में इसका अर्थ 'कमरबन्द' है। अरुन्धती का पाश्चात्य नाम 'अलकौर' (Alcor) स्पष्टतः अरबों का ही दिया हुआ है। यूरोप में भी अलकौर का देखना दृष्टि शक्ति की परीक्षा थी। Vidit Alcor at non Lunam plenam अर्थात् अलकौर को देखे पर पूर्णचन्द्र को नहीं—यह कहावत उनके लिए प्रयोग में आती थी जो छोटी-छोटी बातों पर ध्यान तो देते; पर बड़ी बातों पर नहीं।

पुलह तथा क्रतु की सीध में क्रतु से कोई २८° हटकर ध्रुव तारा है। यह खगोल के उत्तर ध्रुव के इतना समीप है कि आँखों को यह तारा ध्रुव के स्थान पर ही दीख पड़ता है। खगोल का ध्रुव स्थिर नहीं है। चन्द्रमा तथा सूर्य के आकर्षण से पृथ्वी की ध्रुवा घूमती रहती है, जैसे तिरछा होकर नाचते हुए लट्ठ की ध्रुवा पृथ्वी के आकर्षण से घूमती है। इस कारण खगोल के ध्रुव का स्थान भी बदलता रहता है। चित्र संख्या ६, १० तथा ११ में खगोल के उत्तर ध्रुव का परिक्रमा-वृत्त दिखाया गया है। एक पूरी परिक्रमा में कोई २५८०० वर्ष लगते हैं। अब से कोई १२००० वर्ष बाद खगोल का उत्तर ध्रुव उज्ज्वल अभिजित नक्षत्र के समीप रहेगा। खगोल के इस भ्रमण-वृत्त का केन्द्र बिन्दु सूर्य के क्रांति

वृत्त से ६०° की दूरी पर है। यह प्रायः स्थिर है। इसे भारतीय ज्योतिष में 'रुद्रम्य' कहते हैं। इस बिन्दु पर कोई तारा नहीं है। अतः इसका रंग आकाश का रंग अर्थात् कृष्ण है।

प्राचीन भारत में खगोल के उत्तर ध्रुव का स्थान अत्यन्त महत्त्वपूर्ण माना गया है। यह स्थान भगवान विष्णु ने महात्मा ध्रुव को उनकी तपस्या के पुरस्कार रूप में दिया। यही तारा प्राचीन ग्रन्थों का 'अल बिन्ल' है; क्योंकि इसे देख कर छावा की निश्चित दिशा का ज्ञान हो जा सकता था। आधुनिक ध्रुवतारा जिस मंडल में है, उसे पाश्चात्य देशों में 'उरसा माइनर' (Ursa Minor) अर्थात् लघु भ्रूच तथा भारतीय ग्रन्थों में शिशुमार (शिशुमार जल-जलविशेष) चक्र कहा गया है।

तारामयं भगवतः शिशु माराकृतिः प्रभोः

दिविरूपं हर्येषु तस्यपुच्छे स्थितो ध्रुवः

—(विष्णुपुराण २।६।१)

चित्र-सख्या ६ में यदि ध्रुव तारा तथा सर्पिं-मंडल के मरीचि तारा को सीधे-सीधे मिलाया जाय, तो उस लकीर से कुछ पूरव इष्ट कर शिशुमारचक्र के जय तथा विजय—ये दोनों मुख्य तारे दीप्त पड़ेंगे। शिशुमारचक्र का सर्वोच्चतम तारा तो स्वयं ध्रुव (α लघुभ्रूच) है तथा उससे कम उज्ज्वल क्रमशः जय (β —लघुभ्रूच) तथा विजय (γ लघुभ्रूच) है। उत्तर भारत में जय तथा विजय कभी क्षितिज के नीचे नहीं जाते। गर्वा में रात को इनके सहारे समय का अनुमान करने की प्रथा अत्यन्त चली आती है। चित्र-सख्या ६, १० तथा ११ के अध्ययन तथा थोड़े अभ्यास से पाठक भी ऐसा करने लग जा सकते हैं। सातवीं मई को रात्रि के बारह बजे जय और विजय ध्रुव तारा के ठीक ऊपर होंगे। एक महीना बाद ये दोनों तारे इससे दो घंटा पहले ही इस स्थान पर आजायेंगे तथा इससे एक महीना पूर्व यह अवस्था दो घंटा पीछे होगी। इन्हें ध्रुव की पूरी परिक्रमा में २४ घंटे लगते हैं। अब यदि तिथि का पता हो तो जय तथा विजय का स्थान देखकर सहज ही समय का ज्ञान हो सकता है। इस मंडल का अरबी नाम है—'अलदुव्य अल अरगर' (लघु भ्रूच)। इसके पुच्छ के तीन ताराओं को, जिनमें आधुनिक ध्रुव है, प्राचीन ग्रन्थों में 'बिन्दुलनाश्रु अल मुगरा' (लघु मरणपेटी के समक्ष रुदन करने वाली बालार्थ) कहते थे।

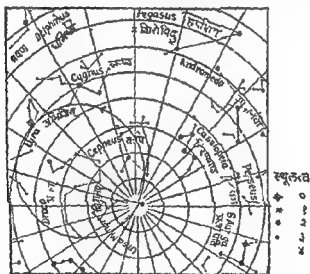
आज से कोई २५०० वर्ष पूर्व खगोल का उत्तर ध्रुव शिशुमार चक्र के जय तारा के समीप था; परन्तु 'विष्णुपुराण' के लिखने के समय तब वह आधुनिक ध्रुवतारा के समीप आ गया था।

चित्र-सख्या ११ में शिशुमारचक्र के ऊपर शेषनाग अथवा अर्ध-मंडल का स्थान दिखाया गया है। इस मंडल के तारे सूक्ष्म हैं; पर उनका पारस्परिक क्रम ध्यानपूर्वक देखने से स्पष्ट एक वृहदानार चक्र सर्प के समान दीप्त पड़ता है। इसके चमकीले तारे सर्प के शिर के समीप हैं जहाँ उसकी आँखें होनी चाहिए। इतनी दूरी तक विस्तृत तथा ध्रुव के समीपवर्ती होने के कारण ऐसा जान पड़ता है, माना यह मंडल अत्यन्त है; क्योंकि इस मंडल का अस्त होता नहीं दीप्तता। ध्रुव के चारों ओर लिपटे रहने से इस मंडल के विषय में समुद्र मंथन में रज्जु का काम करने की कथा चल निकली। पवित्र उत्तर दिशा में भगवान्

पाँचवाँ अध्याय

शरत्, हेमन्त तथा शिशिर ऋतुओं की संख्या में आकाश का उत्तर भाग—पवि (गणेश)—
हिरण्याक्ष—धराह—उपदानवी ।

जित्त प्रकार बरत, ग्रीष्म तथा वर्षा ऋतु म रात्रि के पूर्वार्ध म आकाश के उत्तर भाग का सबसे आगमन मंडल सप्तभि है, उसी प्रकार शरत्, हेमन्त तथा शिशिर म हिरण्याक्ष अथवा काश्यपी (Cassiopeia) मंडल है । चित्र-संख्या १२ तथा १३ म २१ अस्तूर तथा २६ जनवरी आठ गजे रात्रि की ग्रन्था दी हुई है । यह मंडल लगभग ७ दिवसर को आठ गजे रात्रि के समय पारगमन करता है अर्थात् याम्याचर रेखा म उल्लेखन करता है ।

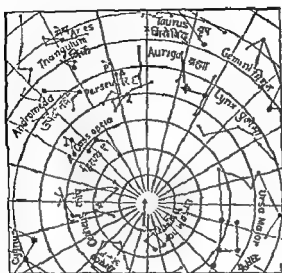


चित्र १२

२१ अस्तूर आठ गजे रात्रि, २१ सितम्बर १० गजे रात्रि, २१ अगस्त
१२ गजे रात्रि, २१ जुलाई २ गजे रात्रि अथवा २१ जून ४ गजे
रात्रि को आकाश का उत्तर भाग ।

यूराप म न ती सप्तमि मंडल का कभी अस्त होता है और न हिरण्याक्ष का तथा दाना हां याम्याचर रेखा को २४ घंटा म दो बार उल्लेखन करने है । मरण प्रजापति का पुत्र होने के कारण हिरण्याक्ष का नाम काश्यपीय हुआ । यह राक्षस पृथ्वी का चुगमर पाताल ले गया था तथा

वहाँ से सूर्य भगवान् विष्णु वराह रूप धारण करके पृथ्वी का ऊपर ले आये । वराह



चित्र १३

२६ जनवरी = बजे रात्रि, २६ दिसंबर १० बजे रात्रि, २६ नवंबर
१२ बजे रात्रि, २६ अक्तूबर २ बजे रात्रि अथवा
२६ सितंबर ४ बजे प्रातः फोआकाश का उत्तर भाग ।

(पाश्चात्य Perseus पर्सियस) मंडल हिरण्याक्ष के पास ही है । वराह तथा पृथ्वी की कथा उन्हीं पुरानी है । कदाचित् पौराणिक उपाख्याना में सबसे प्राचीन यही है ।

आपो वा इदमग्रे सखिलमासीत् तस्मिन् प्रजापतिर्वायुर्भूत्वाऽचरत्स इमामपश्यतां पराहो भूत्वाऽहरतां विश्वं कर्माभूत्वा व्यर्माद् सा प्रभत साऽध्विन्यभक्तं तत्पृथिव्यैः पृथिवित्वं । (तैत्तिरीय संहिता ७/१/१)

वराह (पर्सियस) हिरण्याक्ष का मर्दन करके अपनी कराल दाँतों उसकी आर निकाले लाता है ।

हिरण्याक्ष के समीप उसकी पत्नी उपदानवी (Andromeda) विलाप कर रही है । चित्र सख्या ४१ में रूपि (पाश्चात्य Cepheus सेपियस) मंडल का स्थान दिखाया गया है । भगवान् के वर से कपि हनुमान हिमालय से उत्तर यहीं निवास करते माने गये हैं । ध्रुव के समीपवर्ती होने के कारण इस मंडल से मदगामी राशेश की कथा भी निकली । ध्रुव स्थान के महत्त्व के कारण उन्हें पूजा में प्रथम स्थान प्राप्त हुआ ।

अपि, हिरण्याक्ष, उपदानवी तथा वराह चारों ही ग्राह्य-महा की सीमा के अन्तर्गत हैं । यह पाश्चात्य देशों में क्षीरपथ (Milky way) के नाम से प्रसिद्ध होकर भगवान् विष्णु के निवास स्थान 'क्षीरसागर' की कथा का कारण हुआ । आधुनिक वैज्ञानिकों द्वारा यह सिद्ध हो गया है कि यह प्रशस्त चलय अत्यन्त सूक्ष्म तारा की सघनता से वैसा दीप्त पड़ता है । इसके विषय में और आगे चलकर लिखा जायगा ।

कपिमंडल के तारे γ तथा α क्रमशः ईसवी सन से २१००० तथा १६००० वर्ष पहले γ ध्रुव तारे हैं तथा फिर क्रमशः ५५०० तथा ७५०० इसवी सनखाल का उत्तर ध्रुव इनके समीप आ जायगा। प्रागैतिहासिक काल से ही इस मंडल में भारत निवासी जातियाँ ने जानर तथा मदगति हस्तिरूप गणेश को देखा। इस मंडल का ग्रही नाम 'किफ़ौस' तथा 'फ़िफ़ौस' इसके ग्रीक नाम के ही रूपान्तर हैं। इसी भाँति हिरण्याक्ष-मंडल का ग्रही नाम सिंहासन पर बैठी रानी कैसिओपिया का स्मरण करके 'अलघात अल कुरसी' रखा गया अर्थात् सिंहासन पर बैठी औरत। पर उपदानवी का ग्रही नाम 'अलमराह अलमुसल सलाह' है, जिसका अर्थ होता है—जर्जर मरणा हुआ दरिद्राई घोड़ा। हिरण्याक्ष तथा सप्तर्षि य दोनों ध्रुव से एक दूसरे के विपरीत हैं। जब एक मंडल ऊपर उठता रहता है तो दूसरा नीचे जाता रहता है। इसी कारण हिरण्याक्ष मंडल को नैऋत्यत मन्वन्तर का सप्तर्षि भी मानते हैं। जब ७५०० ईसवी सन् मखगोल का उत्तर ध्रुव कपि तारा पहुँच जायगा तो हिरण्याक्ष मंडल के दो सहाय्यक तारे α तथा β , ध्रुव की सीमा में हाग जैसे अभी पुलह तथा ऋतु (α तथा β बृहस्पति) हैं।

वराह-मंडल γ दो सहाय्यक तारे α तथा β चिह्न में दिखाय गये हैं। इनमें से β में यह निश्चिन्ता है कि इसका प्रकाश स्थिर नहीं रहता। इसका स्थूलत्व कोई दो दिना तक लगभग २ क समान रहता है। फिर मंद ज्योति होकर यह ३ या ३½ घंटा में ही γ स्थूलत्व का हो जाता है। लगभग तीस मिनट तक वैसा रहकर यह फिर ३½ घंटा में γ स्थूलत्व का हो जाता है। इसका पाश्चात्य नाम 'अलगोल' (Algol) ग्रही अलगुल का रूपान्तर है जिसका अर्थ होता है जगला का राजस। β वराह के पास ही 20° दक्षिण की हटकर जो नक्षत्र है, उसे ρ वराह कहते हैं। इस नक्षत्र का प्रकाश भी बदलता रहता है, पर उसका स्थूलत्व ३३ से ४१ क बीच में रहता है जहाँ अलगुल का स्थूलत्व २० से ३५ क बीच में रहता है। कभी तो β वराह (अलगुल) ρ वराह से अधिक प्रकाशमान रहता है और कभी समान या कम। अब तो अनेक तारे ऐसे मिले हैं, जिनका प्रकाश अस्थिर है, पर प्राचीनकाल में सर्वप्रथम इसी तारा के प्रथम में लोंगा को यह ज्ञान हुआ।

छठा अध्याय

अश्वि की संख्या को आकाश का मध्यभाग—मिथुन-मृगश्राध, शुनी, कर्क, कृत्तिक, सिंह, कन्या, हस्त, ईश, स्वाती, ज्येष्ठा, सुनीति, वृश्चिक, कर्पूर, ध्रुव ।

चित्र-सरपट १४ म २१ मई आठ रात्रि का आकाश का मध्यभाग दिखाया गया है । शिरोविन्दु का स्थान तथा ताराओं का पारस्परिक क्रम, लगभग २५° उत्तर अक्षांश के लिए ठीक होगा । चित्र से तारा मंडल का पहचानने के लिए पूरा दिशा में देखते समय चित्र का पूर्व भाग नीचे रखना चाहिए, वैसे ही पश्चिम दिशा में देखते समय चित्र का पश्चिम भाग भी । शिरोविन्दु के समीप के मंडल का पहचानने के लिए एक बार चित्र का सिर के ऊपर रख कर उत्तर दक्षिण दिशाओं को ठीक ठीक करके देख लेने पर फिर आकाश की ओर देखना चाहिए ।

पश्चिम दिशा में क्षितिज के समीप उत्तर से दक्षिण का मिथुन, शुनी तथा मृगश्राध क्रमशः उत्तर, पश्चिम तथा दक्षिण दिशा में हैं । मृगश्राध मंडल का अत्युत्तम लुब्धक तारा क्षितिज के समीप प्रायः अस्त हो रहा होगा । एक शुक्र ग्रह ही जिसे संज्ञा तारा अथवा मोर को तारे के रूप में सब पहचानते हैं, लुब्धक से अधिक प्रकाशमान हैं । बृहस्पति ग्रह का प्रकाश भी प्रायः लुब्धक नक्षत्र के समान हो सकता है । सन् १९५५ ईसवी में बृहस्पति मिथुन राशि में होगा तथा २१ मई को आठ रात्रि के समय लुब्धक के साथ ही क्षितिज के पश्चिम विन्दु से कोई २०° उत्तर हटकर दिखाई देगा ।

मिथुन राशि का नाम इस मंडल के पूर्व भाग में स्थित दो प्रकाशमान ताराओं से पड़ा । इनमें एक अधिक प्रकाशमान है और एक कम । ये दोनों तथा शुनी मंडल के दो तारे मिलकर पुनर्वसु नक्षत्र के नाम से प्रसिद्ध हैं तथा चन्द्रमा के २७ (अथवा २८) स्थानों में से एक के चोकर हैं । मिथुन राशि सूर्य के बारह राशिओं (अथवा स्थानों) में से एक है ।

मिथुन, शुनी तथा मृगश्राध-मंडल के तारे लगभग एक सीध में अपनी विचित्र ही छटा दिखाते हैं ।

शुनी तथा मृगश्राध मंडल के पाश्चात्य नाम क्रमशः महाश्वान (कैनिस मेजर) तथा लघुश्वान (कैनिस माइनर) हैं । तैत्तिरीय ब्राह्मण, अथर्ववेद संहिता तथा ऋग्वेद संहिता में भी दो दिव्यश्वानों का उल्लेख आया है । इनमें से महाश्वान को मृगश्राध भी कहा गया है, जिसने प्रजापति (काल पुरुष) को, अपनी पुत्री रोहिणी का अनुचित व्यवहार के लिए पीछा करते

वक्तव्य

बिहार-राज्य के शिक्षा-विभाग ने 'राष्ट्रभाषा-परिपद्' की स्थापना इसी उद्देश्य से की थी कि यथासम्भव हिन्दी-साहित्य के कतिपय ग्रन्थावली की पूर्ति और उसकी श्रीवृद्धि हो सके। वास्तव में किसी साहित्य की समृद्धि तथा शोभा महत्त्वपूर्ण पुस्तकों से ही होती है। राष्ट्रभाषा हिन्दी में अब विशेषतः ऐसी ही पुस्तक की आवश्यकता अनुभूत हो रही है जिनसे हिन्दी के माध्यम-द्वारा विभिन्न विषयों की ऊँची-से-ऊँची शिक्षा देने में सहायता तथा ज्ञान-विज्ञान के विविध क्षेत्रों में अनुसंधान करने की सुविधा मिल सके। इस कार्य में परिपद् सतत प्रयत्नशील है।

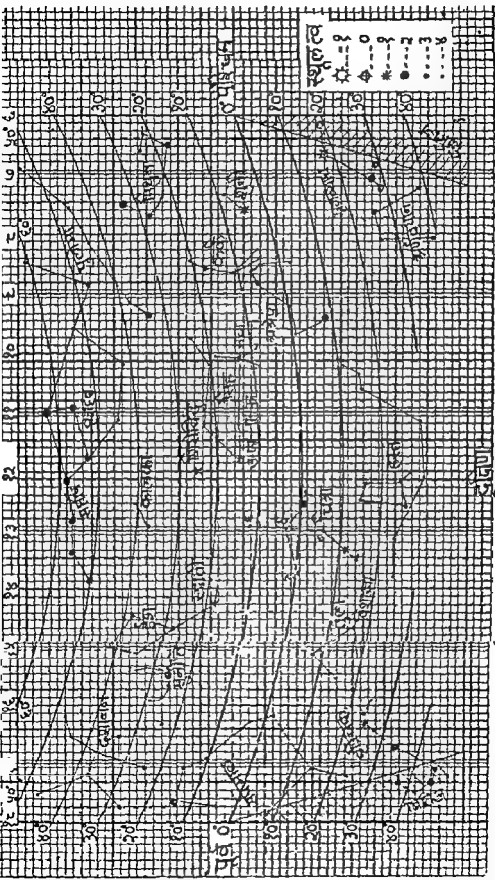
परिपद् से प्रकाशित मौलिक वैज्ञानिक पुस्तकें में यह तीसरी है। दो नई पुस्तकें और भी इसी साल निकलनेवाली हैं। आगे भी यह क्रम जारी रहेगा। परिपद् को बड़ा संतोष होगा यदि विज्ञान की विभिन्न शाखाओं के पल्लवित पुष्पित करने में उसकी सेवाएँ समर्थ हो सकेंगी।

वैज्ञानिक साहित्य को सुबोध और भीसम्पन्न बनाने के लिए यह आवश्यक है कि उस शास्त्र के अधिकारी विद्वानों की विनम्र पुस्तकें प्रकाशित की जायँ। पारिभाषिक विषयों का प्रत्यक्ष ज्ञान प्राप्त करने में सहायक सिद्ध होनेवाले आवश्यक चित्रों का समावेश होने से पुस्तकगत विषय बहुत कुछ सुगम हो जाता है। विज्ञान विषयक पुस्तक की उपयोगिता बढ़ानेवाली इस बात पर परिपद् ने विशेष ध्यान रखा है।

इस पुस्तक के स्वाध्यायशील लेखक श्रीनिवेणीप्रसाद सिंह, आइ० सी० एस० मुजफ्फरपुर जिले के निवासी हैं। छात्रावस्था में आप पटना विश्वविद्यालय की सभी परीक्षाओं में प्रथम रहे। हिन्दी के अतिरिक्त आप अंगरेजी, फ्रेंच, संस्कृत, गणित और ज्योतिष के भी विद्वान् हैं। आपने उर्दू की उच्च श्रेणी की सैनिक परीक्षा भी पास की है। बिहार-राज्य के प्रशासनिक कार्य में रत रहते हुए भी आप साहित्यसेवा के निमित्त समय निकाल पाते हैं, यह आप जैसे अन्य शासनाधिकारियों के लिए अनुकरणीय है। आपकी एक दूसरी पुस्तक (हिन्दू धार्मिक कथाओं का भौतिक अर्थ) भी परिपद् से ही प्रकाशित हो रही है, जो मौलिक गवेषणा और रोचकता की दृष्टि से हिन्दी में एक अनूठी वस्तु होगी। आशा है कि आपकी प्रस्तुत पुस्तक विस्मयविवर्द्धक समग्र जगत् के नेत्ररंजक दृश्यों की ओर हिन्दी संसार का ध्यान आकृष्ट करेगी।

शिरपूजन सहाय

परिपद्-मन्त्री



२१ मई आठ बजे रात्रि, २१ अगस्त १० बजे रात्रि, २१ मार्च १२ बजे रात्रि २१ फरवरी २ बजे रात्रि अथवा २१ जनवरी ४ बजे प्रातः को
 विजय
 शंकाय का मध्य भाग ।

देखकर, उनपर राग चलता था। यह राग अभी तक कालपुरा के हृदय में निहित है। माल पुरा-मंडल मृगशिरा से उत्तर पश्चिम दृष्टकर है तथा रोहिणी उससे भी उत्तर पश्चिम। यह सब मंडल क्षितिज से नीचे होने के कारण इस चित्र में दिखाई नहीं देते। पर २१ फरवरी को ८ बजे रात्रि के समय यह सभी मंडल तथा तारे साम्योत्तर वृत्त के समीप होंगे। इनका विस्तार-पूर्वक वर्णन ग्रहोत्तर ग्रन्थ में चित्र-मंग्या १६ में साथ होगा। शिरोविन्दु के समीप कोई धम अथवा दक्षिण हटकर सिंहराशि का उत्तर पाल्गुनी तारा है। सिंहराशि के पश्चिम दक्षिण भाग में इस राशि का सर्वोच्चतम तारा 'मघा' है जो चान्द्र नक्षत्रों में से एक है। मंडल के पूर्व भाग में जो तीन उज्ज्वल तारे ग्राम में विभूज बनाने हैं, उनमें पश्चिमपक्षी दोना मिल कर पूर्वपाल्गुनी तथा पूर्वपक्षी तारा उत्तरपाल्गुनी नक्षत्र के नाम से प्रसिद्ध हैं।

मिथुन तथा शुनी-मंडल के बीच हस्त (हाहड़ा) तथा कर्क मंडल है जो अश्लेषा तथा पुष्य (तिष्य) नक्षत्र के नाम से भी प्रसिद्ध हैं। कर्क राशि की एक राशि है। मिथुन कर्क तथा सिंहराशि के अन्तर्गत ही पुनर्वसु, पुष्य, अश्लेषा, मघा पूर्वपाल्गुनी तथा उत्तरपाल्गुनी नक्षत्र हैं।

शिरोविन्दु से लगभग 45° दक्षिण हटकर हस्त नक्षत्र (Corvus सौरास मंडल) है। शिरोविन्दु से कोई 20° दक्षिण-पूर्व हटकर कन्या राशि है। कन्याराशि का सर्वोच्चतम तारा चित्रा चन्द्रमा के नक्षत्रों में से एक है। कन्याराशि के दो ताराग्रंथों का ध्रुव तथा अग्रतम प्राचीन ज्योतिषग्रंथ सूर्यसिद्धान्त में दिया हुआ है। यह है 'आन' तथा 'अनारस' (आधुनिक ४ तथा ६)। शिरोविन्दु से सीधे 30° पर हटकर उज्ज्वल स्वाती तारा है। भारतीय लोक-कथा के अनुसार ग्रीष्मऋतु में इसे देखकर जानक इतना मुग्ध होता है कि फिर अनंतक सूर्य इसी नक्षत्र में पहुँच कर गया नहीं करता तबतक वह प्यासा ही रहता है। स्वाती नक्षत्र के इस देवता शिव (ईश) हैं। यह चित्र तारा मंडल में है, उसे भारतीय ग्रंथों में ईश कहा गया है (ब्रह्माण्डीय कमलासनस्थ मृषोच्च सर्वानुराधाश्च दिव्यान् (गीता ११/१५)। यह मंडल जिस कोण में उदय होता है, उसे (पूर्व-उत्तर कोण को) ईशान कोण कहते हैं।

कन्या राशि से दक्षिण-पूर्व दिशा में क्षितिज से प्रायः 35° ऊपर तुला राशि है। इसी राशि के दो उज्ज्वल तारे मिथुना नक्षत्र के नाम से प्रसिद्ध हैं। तुला राशि से भी दक्षिण पूर्व क्षितिज से लेकर कोई 30° ऊपर तक फैला हुआ वृश्चिक-मंडल है, जो सूर्य की १२ राशि है तथा जिसमें पश्चिम से आरम्भ कर क्रमशः अनुराधा, ज्येष्ठा तथा मूला नामक आठ नक्षत्रों के तारे हैं। 25° उत्तर अक्षांश से देखने पर इस दिन तथा समय को वृश्चिक राशि का 'मूला' ग्रह क्षितिज से नीचे ही होगा तथा कोई आव धरे पश्चात् उगया उग्र ग्रह होगा। मंडल का सबसे प्रकाशमान तारा स्वर्ण ज्येष्ठा नक्षत्र है, जो पश्चात् ज्योतिष में भी प्रसिद्ध है। इससे पश्चिम के तारे अनुराधा नक्षत्र तथा पूर्व के तारे मूला नक्षत्र के स्थान हैं।

कन्या, तुला तथा वृश्चिक राशियों के बीच हस्त, चित्रा, स्वाती, मिथुन, पुष्य, अश्लेषा तथा मूला नामक चान्द्र नक्षत्र हैं।

चित्र में बताये गये समय पर मिथुन, कर्क, सिंह, कन्या, तुला तथा वृश्चिक राशि एवं पुनर्वसु, पुष्य, अश्लेषा, मघा, पूर्वफाल्गुनी, उत्तर फाल्गुनी, हस्त, चित्रा, स्वाती, विशाखा, अनुराधा, ज्येष्ठा तथा मूला नक्षत्रों के तारे दिखाई देते हैं।

स्वाती नक्षत्र के भूतेश (Bootes) मंडल से पूरव हटकर सुनीति-मंडल है। सुनीति ध्रुव की माता थी, जिसे भगवान विष्णु ने विमान में बैठाकर आकाश में ताराव्रत के बीच स्थान देने का वर दिया। सुनीति के पूरव उत्तर दशाननमंडल है तथा शिरोविन्दु से ठीक पूरव दिशा में क्षितिज के समीप सर्पमाल-मंडल है। दशाननमंडल अन्य काल में राक्षसराज राक्षस दशानन का रूप माना गया तथा मंडल के प्राचीन ग्रीक नाम दोसानस (Dosanus) का कारण हुआ। राक्षस होने पर भी शिव ने पूजक राक्षस को, राम के हाथों मृत होने के कारण, पश्चिम उत्तर आकाश में ही स्थान मिला। सुनीति दशानन तथा सर्पमाल के पश्चात्त्य नाम Corona Borealis, Hercules तथा Ophiucus है।

मिथुन राशि का यूरोपीय नाम जेमिनी (जुड़वा बच्चे) है। मंडल के दोनो उज्ज्वल तारे पश्चात्त्य कथाओं में 'लीडा' के जुड़वाँ पुत्र 'कैस्टर' तथा 'पौलुक्स' के नाम से प्रसिद्ध हैं। मंडल के अरवी नाम 'अलतौ अमान' का भी अर्थ जुड़वाँ बच्चे ही होता है। दक्षिण प्रशांत महासागर के द्वीपों के निवासी तब उन्हें दो जुड़वा भाई 'विपरी रेदुआ' के नाम से जानते हैं जो तारा कुछ कम प्रकाशवाला है, वह 'कैस्टर' तथा अधिक प्रकाशवाला 'पौलुक्स' है। ग्रीक अक्षरा से नक्षत्रों के नाम देने की पद्धति में अधिक प्रकाशमान तारा α होता है। पर इस 'मंडल' में कैस्टर ही α है तथा 'पौलुक्स' β । कैस्टर का नाम कतिपय भारतीय ग्रंथों में विष्णु तारा दिया गया है।

मृगशिरा-मंडल का सत्रोज्ज्वल तारा लुब्धक पश्चात्त्य देशा में 'सिरियस'

से प्रसिद्ध

सिंह राशि में मघा से कम प्रकाश का नक्षत्र उत्तर फाल्गुनी है, जो सिंह के पुच्छ का स्थान होने के कारण अरब में 'अलधनन अल असाद' के नाम से प्रसिद्ध हुआ। - इस नक्षत्र का आधुनिक पाश्चात्य नाम डेनेबोला (Denebola) इसी अरबी नाम का रूपान्तर है। पूर्व फाल्गुनी नक्षत्र के दो ताराओं के साथ यह एक त्रिभुज का आकार बनाता है।

पाँच तारा का हस्त नक्षत्र भारत में मनुष्य के हाथ का रूप माना गया। जब सितर-अकट्टवर में सूर्य इस नक्षत्र में रहते हैं, तब उस समय नई वर्षा को हस्त नक्षत्र अथवा हथिया की वर्षा कहते हैं। इस वर्षा का विशेष महत्त्व यह है कि इस समय धान का फूल निकलनेवाला होता है तथा रबी की बागवत के लिए जमीन तैयार की जाती है। इस समय वर्षा न होने से धान तथा रबी दोनों फसलें नष्ट हो जाती हैं।

ग्रीक पौराणिक कथाओं में इस मण्डल में कौए का रूप माना गया। अरब में इसे 'अलअजमाल' (ऊँट) तथा 'अलहीना' (तम्बू) कहा गया। पारसी धर्मग्रंथ जेन्द आवेस्ता में एक आकाशिक कौए का वर्णन है तथा समस्त इस मण्डल का पाश्चात्य नाम इसी कथा से आरम्भ हुआ हो।

कन्या-मण्डल को लगभग सभी देशों में कुमारी कन्या का ही रूप दिया गया है। मण्डल का प्रकाशमान नक्षत्र चित्रा पाश्चात्य स्पीका (Spica) है, जिसका अर्थ 'गेहूँ के पौधे की फली' है। वसन्त ऋतु की पूर्णिमा (चैत्र पूर्णिमा) आज से कोई दो सहस्र वर्ष पहले तभी होती थी, जब चन्द्रमा लगभग चित्रानक्षत्र के समीप होता था। इसीसे उस महीने का नाम चैत्र हुआ। गेहूँ की फसल भी इसी समय काटी जाती है।

इस मण्डल को दो नक्षत्र ४ और ४ (e तथा ४ (Virginis) लगभग एक दूसरे के उत्तर-दक्षिण हैं। इन्हें प्राचीन भारत में क्रमशः आपसू तथा अपावत्स कहा जाता था। (आपसू = जल अपावत्स = जलपुत्र) 'सूर्यसिद्धान्त' में इनका स्थान चित्रा के ११° तथा ५° उत्तर कहा गया है।

ईश (अथवा भूतश) मण्डल के पाश्चात्य तथा अरबी नामों के अर्थ सारथी श्रृङ्खलावाहक (Beardriver) अथवा बछ्छा लिये योद्धा है। इस मण्डल का आधुनिक नाम (Bootes) बूटस है। इसका प्रकाशमान किञ्चित् पीतवर्ण तारा स्वाती (पाश्चात्य आर्क्ट्यूरस Arkturus) आदिकाल से ही मनुष्य मान के लिए आकर्षक तथा रोचक रहा है। यूनानी वैद्य हिपोक्रेटस का विश्वास था कि इस नक्षत्र का मनुष्य के स्वास्थ्य पर गंभीर प्रभाव होता है। आज से लगभग १३००० वर्ष पूर्व वसन्त-सप्तम आधुनिक कन्या राशि में था। उस समय भूतश-मण्डल तथा स्वाती तारा का वसन्त साप्ताहिक बिन्दु से वही संबंध था जो वैदिक काल में ब्रह्मा-मण्डल तथा ब्रह्म हृदय तारा का तत्कालीन साप्ताहिक बिन्दु से हुआ (देखिए अध्याय ७)। दक्षिण एशिया की प्राचीन सभ्यताओं में शिव (ईश) का वही स्थान था, जो वैदिक ग्रंथों में ब्रह्मा का।

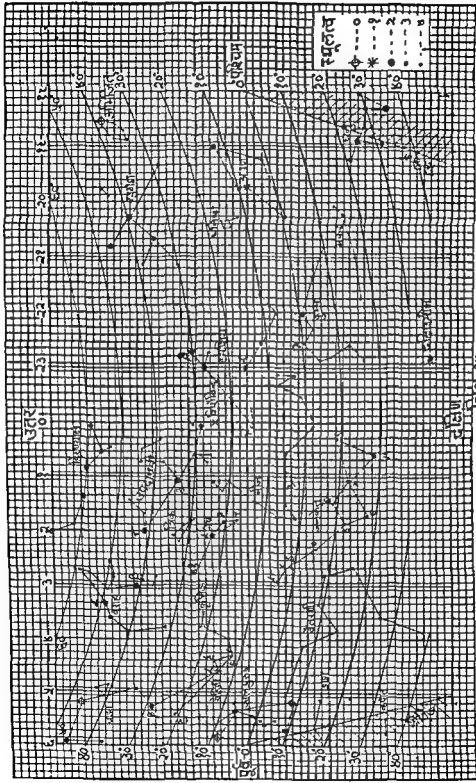
सुनौति-मण्डल पाश्चात्य कोराना गोरिआलिस (Corona Borealis) उत्तर किरीट है। इसे रेडइंडियन लोग भूतेश की स्त्री मानते हैं। संभवतः यह मण्डल शिव की स्त्री भगनी का प्रतीक रहा हो तथा किरीट के रूप में भी यह विष्णु का किरीट रहा हो।

तुला राशि पाश्चात्य कथाओं में भगवान् का तराजू है। चीन तथा अरब में भी इसे

तराजू" हां. कहते हैं। दशानन-मंडल पाश्चात्य देशों का पराक्रमी हरकुलेश (Hercules) है और प्रार्चान ग्रीस में भी इसका नाम दशनस (Dosanus) ही था। दशानन राशय तथा हरकुलेश के पराक्रम की कथाओं में समानता स्पष्ट ही है। प्राचीन अरब में दशानन तथा सर्पमाल (Ophiucus) मंडल को मिला कर 'रौया' चारागाह कहते थे। वैसे सर्पमाल-मंडल को अरब में सपेरा (अलहव्वा) भी कहा जाता था। हरकुलेश मंडल के दक्षिण-पश्चिम के कतिपय सूक्ष्म ताराओं को सर्प (Serpens) मंडल अथवा हरकुलेश की गदा कहा गया। आकाशीय सर्पों तथा किरिट, गदा प्रभृति, ग्रहा मंडल के पञ्चरूप आकार, राशिनक्षत्र, प्रभृति से अनेक प्राचीन धार्मिक कथाओं में की उत्पत्ति हुई। अनायाँ के परमदेव शिव सर्पों की माला पहनते थे, विष्णु किरिटधारी थे तथा शत्रु, चंद्र, गदा और पद्म उनके हाथों में थे। भगवान् के विराट् रूप का भी वर्णन दिव्य सर्पों के बिना पूरा न हो सकता था।

चित्र में विच्छू (वृश्चिक)—पाश्चात्य स्कॉर्पियो (Scorpio) का उदय हो गया है तथा ओरायन (कालपुरुष) का अस्त। इससे ही यह पाश्चात्य कथा निकली, जिसमें विच्छू के डक से शिकारी ओरायन की मृत्यु हो गई थी। महामारत में किरातरूप शिव (ईश) तथा फलगुन (अर्जुन) में एक युद्ध का वर्णन है।

क्षितिज के उत्तर-पश्चिम तथा उत्तर-पूर्व भाग चित्र में नहीं दिखाये गये हैं। लगभग २५° उत्तर अक्षांश के स्थान से देखने पर इस समय क्षितिज के उत्तर-पश्चिम में ब्रह्म-हृदय तथा उत्तर-पूर्व में अभिजित्—ये दोनों प्रकाशमान नक्षत्र दीप्त पड़ेगे। इनका परिचय आगे के अध्याय में दिया है।



२१ दिगंबर ६ बजे संध्या, २१ नवंबर ८ बजे रात्रि, २१ अक्टूबर १० बजे रात्रि, २१ सितंबर १२ बजे रात्रि, २१ अगस्त २ बजे रात्रि
अथवा २१ जुलाई ४ बजे प्रातः को आकाश का मध्यभाग ।

सातवाँ अध्याय

शरत् और हेमन्त की रात्रि तथा वसन्त की संख्या में आकाश का मध्यभाग, वीणा, धनु धवण, खगेश घनिष्ठा, मकर, कुम्भ, हयगिरा, उपदानवी, मीन, मेघ, त्रिक, जलकेतु, घृप, कृतिका, मङ्गा, कालपुरुष, वैतरणी ।

चित्र-संख्या १५ में २१ नवम्बर की आठ-बजे रात्रि अथवा २१ दिसंबर की ६ बजे संख्या के लिए आकाश के मध्यभाग का चित्र दिया हुआ है । पश्चिम दिशा से आरंभ करके क्षितिज के पश्चिम-उत्तर भाग में अभिजित् तारा का वीणामंडल तथा पश्चिम-दक्षिण भाग में धनु-मंडल है । इन दोनों का संचार समान है । पर उत्तर में होने का कारण अभिजित् का उन्नतांश लगभग २०° होगा; पर धनु का थोड़ा भाग क्षितिज के नीचे चला गया होगा । दोनों मंडलों के मध्य बिन्दुओं को मिलाकर जो परम वृत्त खींचा जाय, वह खगोल के उत्तर ध्रुव के समीप होकर ही जायगा । २१ नवम्बर के स्थान पर यदि २८ अगस्त को आठ बजे रात्रि में आकाश का निरीक्षण किया जाय, तो वीणा तथा धनु-मंडल क्रमशः शिरोबिन्दु के सीधे उत्तर तथा दक्षिण होंगे ।

अभिजित्, तारा के मंडल को पश्चिम देशों में ख्रैस्तीयों की वीणा (Lyra) का रूप माना गया । अरबों ने इस मंडल को 'संज रूमी' अर्थात् ग्रीक वीणा का नाम दिया । भारत में यह मंडल सरस्वती की वीणा का प्रतिरूप हुआ । मंडल के उज्ज्वल तारा अभिजित् का पश्चात्य नाम वेगा (Vega) तथा आधुनिक प्रणाली से α (Lyrae) लीरे है । यह भारतीय नक्षत्र कुर्म का बीसवाँ नक्षत्र है । समय-समय पर कभी तो इसकी गणना चन्द्रमा के नक्षत्र में हुई है और कभी नहीं भी हुई है । इसीसे भिन्न भिन्न पद्धतियों में २७ अथवा २८ नक्षत्र माने गये हैं । भारतीय ज्योतिषियों ने इस मंडल को सिंघाड़े (शृंगट) के आकार का माना है । मध्यपूर्व में इस मंडल को ही गरुड़ पक्षी भी माना गया है । लगभग १२००० ई० पू० में जब खगोल का उत्तर ध्रुव अभिजित् के समीप था, तब प्राचीन मिस्र में दैवी पक्षी मान कर इसकी पूजा होती थी । 'दिन्देरह' के अनेक मंदिर इसी नक्षत्र को लक्ष्य करके बने थे ।

धनु-मंडल के स्पष्ट दो खंड हैं । पश्चिम से आरंभ करके उन्हें पूर्वाषाढ़ा तथा

सीध पश्चिम दिशा में क्षितिज से कोण 30° ऊपर श्रवण नक्षत्र है। बेरिलानिया तथा पश्चिम के देशों में यह राज पक्षी के रूप में प्रसिद्ध था। इसका यूरपीय नाम एक्वीला (Aquila) तथा अरब नाम 'अल ओमर' थे, जिन दोनों का ही अर्थ राज पक्षी है। रामन साम्राज्य के भंडे का राज पक्षी इसी मंडल की महत्ता के कारण अपनाया गया।

इस मंडल के प्रकाशमान पीतवर्ण तारा α एक्वीले का नाम आलटेयर (Altair) सम्पूर्ण मंडल के अररी नाम का रूपान्तर है। मंडल के भारतीय नाम का अर्थ 'यान' है। इसे पुराणा में अश्वत्थ भी कहा है। मंडल के तीन प्रकाशमान तारे वामन श्रवण तारिणी के तीन पग माने गए हैं। सूर्यसिद्धान्त में इस मंडल का नाम वैष्णव है। आलटेयर पृथ्वी के निम्नवृत्ता नक्षत्र में है। इसकी दूरी लगभग सातह प्रकाश वर्ष है। श्रवण चान्द्र नक्षत्रों में एक है तथा इसकी गणना उत्तराषाढ़ा के पश्चात् होती है।

श्रवण से कुछ ही ऊपर हटकर रक्ष्म, निम्न सवन ताराग्रा का धनिष्ठा-मंडल है। इसे श्रविष्ठा भी कहते हैं। यह पार्श्वीय देशों में 'टालिनि' मछली का प्रतिरूप माना गया है। चीन में इसे 'क्वाचाउ' (Kwachaou कमडल) कहते थे।

शिरोनिन्दु से दक्षिण-पश्चिम दिशा में क्षितिज से कोण 40° ऊपर उठकर मकर राशि के तारे हैं। मकर-मंडल का कहा-कही मृग भी कहा गया है। इसका पार्श्वीय नाम का तात्पर्य बन्दे की सीमा है। चीन में इस तारे का रूप माना गया था।

श्रवण धनिष्ठा से उत्तर का उनकी अपक्षा क्षितिज से और भी ऊपर उठा हुआ खगोल (पार्श्वीय सिगनस) मंडल है। उत्तर दिशा का यह मंडल भारत में तारिणी का वाहन गरुड़ पक्षी था तथा पार्श्वीय कथाओं में यह राजहंस रूपधारी ज्युपिटर बन गया। कालांतर से भारत में भी यह हंस के रूप में वीणाधारिणी सरस्वती का वाहन बना।

शिरोनिन्दु से लगा हुआ चमकीला तारा α एन्ड्रोमीडा से सीधे पश्चिम β पगासी है तथा γ पगासी के सीधे पश्चिम α पगासी है। यह चार तारे अर्थात् α एन्ड्रोमीडा, (उपदानवी) γ पगासी α पगासी β पगासी (हयशिरा) भारतीय भाद्रपद नक्षत्र के चार तारे हैं। इनमें α तथा β हयशिरा मिलकर पूर्वाभाद्रपदा तथा γ हयशिरा एवं α उपदानवी मिलकर उत्तरा भाद्रपदा नक्षत्र बनाते हैं। हयशिरा मंडल ही यदाचित् प्रजापति के एक स्वरूप (बृहदारण्यकपनिषद् १।७) की कथा का कारण हुआ तथा इसका चार पौव श्रवणमय यज्ञ के घोट के प्रोष्ठपाद (पावन पैर) हैं।

हयशिरा-मण्डल वैश्वानर की चार पुत्रियों में से एक का प्रतिरूप है। इसका विवाह ऋतु से हुआ था। इसकी पहन उपदानवी का व्याह हिरण्याक्ष से हुआ। 'पुलामा' तथा 'कालका' से कश्यप ऋषि ने व्याह किया। हयशिरा से पार्श्वीय 'नेपच्यून' तथा 'मङ्गल' के पुत्र, पर लगे घोट, की कथा का प्रचार हुआ।

α हयशिरा के अररी नाम 'मारकाव' का अर्थ घोट की जीन है।

उपदानवी मंडल के तीन चमकाल तारे पश्चिम से पूरव का आधुनिक प्रणाली में क्रमशः α , β तथा γ नाम से पहचाने जाते हैं। α उपदानवी उत्तरा भाद्रपदा नक्षत्र के दो ताराओं में एक है। अररा ने इस 'अल सुरेत अलपरस' अर्थात् घोट की नामी कहा था। उस समय यह तारा हयशिरा मंडल का ही अंग माना जाता था। पीछे चलकर अरब में

म इसका नाम 'अलरास अलमराह अल मुसल सलह' हो गया जिसका अर्थ है 'नजीरा म जकड़ील्ली का सर'। आश्चर्य पोषणिक कथाओं में यह सिफ़ियस (फि) तथा कैसियोपिया (Cassiopeia हिरण्यक) की पुत्री एण्ड्रोमीडा थी। इसकी माँ कैसियोपिया का गर्व था कि एण्ड्रोमीडा समुद्री अम्बराशा से भी सुन्दर थी। इस कारण ही समुद्री अम्बराशा ने एण्ड्रोमीडा को लोहे की कड़ियाँ में जकड़कर जलजन्तु 'सीटस' (जलनेतु) के मुँह में डाल दिया जहाँ से वीर परसिअस (परशु = वराह) इसे छुड़ा लाया।

उपदानवी के समीप त्रिकुण्डल है जिसका उत्तररत्ना तारा उपदानवी तथा मेघराशि के बीचो-बीच है। मेघराशि का मङ्गल शिरोभिन्दु से लगभग सीधे पूरव को पहचाना जा सकता है। उपदानवी के दक्षिणरत्ना मीन तथा जलनेतुमङ्गल एवं हयशिरा-मङ्गल में कोई विशेष उज्ज्वल तारा नहीं है। कुम्भराशि को सप्तार के लगभग सभी देशों में कुम्भ अथवा जनवाहक का ही नाम मिला। मङ्गल का सबसे प्रकाशमान तारा α एक्वारी का पाश्चात्य नाम 'सदाल मलिक' (Sadai malik) अरबी नाम 'अलसाद अलमलिक' (राज्य का भाग्यशाली तारा) का रूपान्तर है। मङ्गल का एक सूक्ष्म तारा γ कुम्भ अपने चारों ओर के एक सौ तारों के साथ भारतीय चान्द्र नक्षत्र शतभिन् द्वारा।

मीनराशि का कदाचित् निष्पु भगवान के मीन अवतार से संबंध है। इस मङ्गल का तारा δ मीन (δ Piscium) अपने पास के 3° अन्य तारों के साथ भारतीय चान्द्र नक्षत्र खैती का स्थान है जो भारतीय ज्योतिर्गणना का प्रारम्भिक बिन्दु है। लगभग १५०० वर्ष पूर्व यस्त-सप्तत यहीं पर था। सूर्यसिद्धान्त में ग्रहों का स्थान निरूपण यह मानकर किया गया है कि सृष्टि के आरम्भ में ग्रहों की गति इसी बिन्दु से प्रारम्भ हुई।

मीन राशि से दक्षिण जलकेतु-मङ्गल है। इसका पाश्चात्य नाम 'सीटस' का अर्थ जलजन्तु है। अरबी ने इसे 'अलकेतस' कहा। इस मङ्गल के पूरव उत्तर छोर का चमकीला तारा α अरबी तथा पाश्चात्य ज्योतिष में मेनकार अथवा अलमिनहार के नाम से प्रसिद्ध है जिससे जलजन्तु की नाक का जोध होता है। प्रकाश में इससे कम β जलनेतु मङ्गल γ दक्षिण पश्चिम छोर पर है, जिसका पाश्चात्य नाम 'देनेबकेटोस' (Deneb Kastos) अरबी नाम 'अलधनन अलकेतौस अलजन्नी' का रूपान्तर है, जिसका अर्थ है दक्षिण स्थित जलजन्तु की पूँछ। मङ्गल का सबसे विचित्र तारा \circ सेटी (\circ Ceti) है जिसे मीरा (Mira) कहते हैं। इस नक्षत्र का प्रकाश भी अलग-अलग की भाँति घटता-बढ़ता रहता है। पर इस परिवर्तन में नहीं अलग-अलग की दाईं दिन लगते हैं, वहाँ इस नक्षत्र को ३३३ दिन लग जाते हैं। इसका स्थूलत्व इस काल में २ से ६ तक रहता है। पर अभी अभी इसका प्रकाश इतना कम हो जाता है कि बिना दूरबीन के यह दिखाई ही नहीं देता तथा अभी यह २ से भी कम स्थूलत्व का हो जाता है।

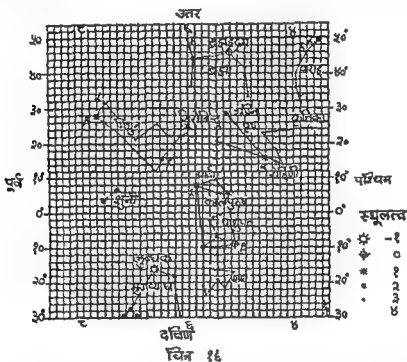
मेष राशि के पश्चिम भाग के दो तारे β तथा γ मिलकर भारतीय चान्द्र नक्षत्र अश्विनी बनाते हैं। α मेष (α Aries) के पाश्चात्य नाम 'हमाल' का अर्थ अरबी में भेड़ों का सर होता है। α से पूरव लगभग आठ अंश की दूरी पर δ मेष (δ Aries) तारा है जो भारतीय चान्द्रनक्षत्र भरणी का स्थान है।

मेघ राशि से पूरुष म वृष राशि है। इस मंडल के तीन स्पष्ट राशें हैं। (१) अत्यन्त सूक्ष्म ६ ताराओं का सप्तम पुंज कृत्तिका (२) रोहिणी तथा उसके समीपवर्ती ताराओं का कोणार्ध (३) पूर्व भाग स्थित अग्नि (β टौरी Tauri) तथा α वृष (Tauri) तारा। वृष-मंडल का पश्चात्य नाम टौरस (Taurus वृषभ) भी इसी अर्थ का है। ग्रहण म इसे अलतोर (सर्प) कहा गया, ईरान म गाव तथा गाउ। यहाँ तक कि दक्षिण अमेरिका के आदिम निवासियों ने भी इस मंडल म वृषभ का ही आकार देता। वृषराशि का अशुभाग्र होते हुए भी कृत्तिका का वृषमंडल से अधिक प्याति प्राप्त हुई। यह सूक्ष्म ताराओं का सप्तम समूह आकाश के हृदयग्राही दृश्यों म है। इसी सन् के २३५७ वर्ष पूर्व क चीनी ग्रंथों म इस नक्षत्र पुंज का वर्णन है। इसी सन् ने कोई दो हजार वर्ष पूर्व असंत संपात कृत्तिका नक्षत्र पर ही हाता था। तभी कृत्तिकाओं के पुन स्वामी कार्त्तिकेय स्वर्गाय सेना के सेनापति माने गये थे, क्योंकि नक्षत्रों की गणना यहीं से आरम्भ होती थी। जिस महीने म पृथिवी के समय चन्द्रमा कृत्तिका नक्षत्र क समीप रहा, वह महीना कार्त्तिक महीना कहलाया। इसी महीने म अमावस्या का प्रारंभ के पश्चात् ही पूरुष म कृत्तिका का उदय होता है तथा लगभग समस्त रात्रि यह नक्षत्र दिखाई देता है। ऐसे समय से दोष जलाकर कृत्तिका का उत्सव मनाने की प्रथा चली। कृत्तिकाओं को प्राचीन भारतीय ग्रंथों म अग्निज्वाला अथवा दीपपुंज का प्रतिरूप माना गया है। चान्द्र नक्षत्रों का एकत्रित प्राचीनतम वर्णन तैत्तिरीय संहिता म है, जिस ग्रंथ म नक्षत्रों की गणना कृत्तिका से ही आरम्भ होती है। पुराण काल में कृत्तिकार्थ शिव तथा अग्नि के पुन स्वामी कार्त्तिकेय की छ भाइयों हो गई। स्वामी कार्त्तिकेय शिव तथा अग्नि के तेज को लेकर गंगा नदी में उत्पन्न हुए थे। इनका तेज इतना प्रखर था कि कोई मनुष्य या देवता इनके समीप जाने से असमर्थ थे। देवताओं की सेना का आधिपत्य करने के लिए स्वामी कार्त्तिक को पाल-पोषण बड़ा करना आवश्यक था। इसीलिए ब्रह्मा ने इनकी सेवा शुभ्रूपा के लिए कृत्तिकाओं की सृष्टि की। कृत्तिकाओं के वैदिक नाम हैं अथा, दुला, नितबी, भ्रयन्ती, मेघयती, वर्षयती बुधुणीका (अथायैस्वाहा दुलायैस्वाहा नितल्यैस्वाहा भ्रयल्यैस्वाहा मेघयल्यैस्वाहा वर्षयल्यैस्वाहा बुधुणीकायैस्वाहा—(तै० ब्राह्मण ३/१/४)। पौराणिक काल में इन्हें क्रमशः सभूति, अनुसूया, क्षमा, प्रीति, सन्नति, अरुन्धती तथा लज्जा कहा गया। बिना किसी यंत्र के कोई तो ६ ताराओं को ही देख सकता है और कोई सात को। पश्चात्य पौराणिक कथाओं म कृत्तिकार्थ (प्लीएड्स) पेटलस तथा प्लीयोन की सात सुन्दरी पुत्रियाँ थीं, जिनके रूप पर सुग्ध होकर महा व्याध शोषण (कालपुरुष) इनका पीछा करने लगा। व्याध को पीछा करते देख लड़कियाँ मगभीत हो विलाप करने लगीं। इनके विलाप को सुनकर देवताओं के राजा ज्युपितर (Jupiter) ने इन्हें कवच देना दिया।

इस मंडल को अरबी में अल धूरया (अनेक ताराओंवाला) अथवा अलनम (उत्तम) कहा गया है। इब्न-मुहम्मद ने कुरान शरीफ की ५३ वीं तथा ८६ वीं सूरा में इस मंडल का नाम लिया है।

कृत्तिकाओं में सबसे प्रकाशमान तारा एलसिओन भारतीय अन्न अथवा अरुन्धती है।

रक्तर्षी रोहिणी नक्षत्र को सहज ही पहचाना जा सकता है। अपने समीप के छ अन्य ताराओं के साथ यह पाश्चात्य हायेड्स मंडल बनाता है। हायेड्स ऐटलस तथा इंधरा की सात पुत्रियाँ थीं। अतएव सात प्लीएड्स भी सौतेली बहनें थीं। यह चौदह पुत्रियाँ के नाम से प्रसिद्ध हुईं। ऐतरेय ब्राह्मण में रोहिणी प्रजापति (कालपुरुष . ओरोन Orion) की पुत्री थी, जिसके साथ सम्यन्ध के लिए प्रजापति ने अनुचित इच्छा की थी। उनसे इस कुकृत्य से रोकने के लिए दैवी मृगव्याध ने ऊपर पाशुपत बाण चलाया। चित्र १५ में मृगव्याध मंडल का अभी उदय नहीं हुआ है। मृगव्याध, कालपुरुष, वृष तथा ब्रह्मा-मंडल का क्रम चित्र सत्या १६ में दिखाया गया है। इस चित्र में २१ परसरी याद रजे रात्रि के लिए शिरोमिन्दु के समीपवर्ती मंडल ही दिखाये गये हैं। राक्षसी, कालपुरुष तथा मृगव्याध न



क्षम स्पष्ट है। कालपुरुष के हृदय के तीन तारे पाशुपात बाण हैं। वृष मंडल में अग्नि तारा (पाश्चात्य अलनाथ) ब्रह्मा-मंडल के ताराओं के साथ मिलकर आराध में पंचभुज का आकार बनाता है। अग्नेद में ब्रह्मा को मरने वाला, अर्थात् कर्म कहा गया है। ब्रह्मा-मंडल का आकार कर्म अर्थात् कछुए जैसा है। 'सूर्य सिद्धान्त' में ब्रह्मा-मंडल के दो ताराओं, ब्रह्मा-हृदय (५) तथा प्रजापति (४) का ध्रुव तथा बिन्दु दिया हुआ है। पुनः पंचभुज ब्रह्मा-मंडल कमल रूप होकर विष्णु की चतुर्भुज मूर्ति के हाथ का कमल, लक्ष्मी, सरस्वती इत्यादि न-आधार मल पुण्य तथा भारत का सांस्कृतिक चिह्न तक बन गया।

रोहिणी का पाश्चात्य नाम अलदसारन अरबी नाम 'अन्नल अल दवारन' का रूपान्तर है, जिसका अर्थ है वृत्ति-राश के अनुगामी दवारन (प्लीएड्स) का प्रथम तारा। अग्नि तारा का अरबी नाम 'अलनाथ' का अर्थ है—निमाला हुआ।

आठवाँ अध्याय

दक्षिण आकाश

आकाश का दक्षिण भाग—अर्गनविस अर्णवयान, त्रिशंकु बद्धा, कौच, काव्युगुपिड ।

चित्र-संख्या १॥ म २१ फरवरी तथा २१ अगस्त की आठ बजे राति के समय आकाश के दक्षिण भाग का चित्र दिखाया गया है। चित्र को सीधा रखने से २१ फरवरी तथा उलटा रखने से २१ अगस्त के दृश्य दिखाई देते हैं।

यह स्पष्ट है कि खगोल का दक्षिण ध्रुव तथा उसके समीप के तारे कभी क्षितिज से ऊपर आ ही नहीं सकते। जैसा पहले बताया जा चुका है, जो भी चित्र २१ फरवरी की आठ बजे राति के लिए सत्य है, वह २१ जनवरी की दस बजे राति, २१ दिसम्बर की राह बजे राति इत्यादि के लिए भी सत्य होगा। इसी भाँति २१ अगस्त की आठ बजे राति का चित्र २१ जुलाई की दस बजे राति इत्यादि के लिए होगा। चित्र में क्षितिज का स्थान २५° उत्तर अक्षांश के लिए है। यदि दर्शक इससे उत्तर जाय तो क्षितिज और भी ऊपर उठ जायगा। दक्षिण जाने से क्षितिज भी नीचे जायगा तथा खगोल के दक्षिण ध्रुव के समीप के तारे भी दिखाई देंगे। खगोल का दक्षिण ध्रुव क्षितिज से उतना ही नीचे होगा, जितना कि दर्शक का उत्तरी अक्षांश। धूम्र के दक्षिण गोलार्द्ध में खगोल का दक्षिण ध्रुव क्षितिज से ऊपर उठ जायगा।

२१ फरवरी के चित्र में पूर्वोक्तलिखित मृगव्याध-मंडल के नीचे अर्णवयान मंडल है। (पाश्चात्य आर्गोनाविस—Argonavis) जिसमें प्रसिद्ध अर्गस्य तारा (पाश्चात्य कैनोपस Canopus) है। ऋग्वेद संहिता (१०।६३।१०) में आर्गोनायि देवीनौमा का वर्णन है। प्रलयकाल में सूर्य इसी अर्ध (जहाज) में बैठे थे तथा ऋषि अर्गस्य उनके नाविक थे। रुद्राक्षि मंडल के पाश्चात्य नाम की उत्पत्ति इसीके आधार पर हुई। यह मंडल लगभग ७५° तक फैला हुआ है। इसके तीन खंडों के अलग-अलग पाश्चात्य नाम हैं—कारिना, (नाव का पिछला भाग—Carina), पपिस अगला भाग-पपिस (Pupis) तथा नाव का पाल पेला (Vela)। अर्गस्य तारा कारिना में है। यह नौमा ग्रीस में जेसन (Jason) की प्रसिद्ध नौमा रानी तथा अरब में नूह (Noah) की नौमा हुई।

५—कारिना—अर्गस्य तारा शरत् से वसंत तक ही दिखाई देता है। वर्षा ऋतु के अन्त का प्रतीक होने के कारण इस तारे के नामवाले ऋषि अर्गस्य की जल शोषक

शक्ति की प्रसिद्धि हुई तथा दक्षिण दिशा में समुद्र की आरंभ होने से इनका विषय में समुद्र शापण की कथा चल निकली। विन्ध्य पर्वत व दक्षिण उदय लेने व नारण अगस्त्य के विषय में भुना देने की कथा चली। कहा जाता है कि विन्ध्य एक समय ऊँचा हाँते-हाँते आकाश का स्पर्श करने लगा, तब देवताओं के इच्छानुसार अगस्त्य ऋषि ने विन्ध्य का भुङ्कर उन्ह तपस्या हित दक्षिण जाने का, रास्ता देने के लिए कहा। तब से ही विन्ध्य भुना है, क्योंकि अगस्त्य दक्षिण से लौटकर आये ही नहीं। प्राचीन मिस्र में यह तारा स्वर्गलाक 'काहिनूर' था, जिसे ग्रीक ने 'वैनापस' कहा। यही नाम मेनेलायस की नौ सेना व प्रधान नाविक को भी दिया गया तथा उसके नाम पर सिन्दूरिया से १२ मील उत्तर-पूर एक नगर भी रखा गया।

इस नक्षत्र का अरबी नाम 'मुहल' (ज्यलत) है। चीन में अगस्त्य का बुद्धिमान साधु 'लाओ जिन' कहा गया।

२१ अगस्त आठ रज रात्रि के चित्र में दक्षिण आकाश में वृश्चिक तथा धनुमंडल की प्रधानता है, जो याम्योत्तर रेखा से लग हुए पश्चिम तथा पूर्व को है। पाश्चात्य पौराणिक कथाओं में महाव्याध ओरायन (Orion) की मृत्यु इसी वृश्चिक के डर से हुई थी और इसी कारण अब भी वृश्चिक के उदय होने के पूर्व ही ओरायन छिप जाता है। वृश्चिक को स्वयं 'धनु' के वाद्य का भय है।

चीन में वृश्चिक के रक्तवर्ण प्रकाशमान नक्षत्र ज्येष्ठा (Antares — ४ Scorpio) को 'ताहू' अर्थात् महाभि कहते थे तथा वृश्चिक के टेढ़े पुच्छ का 'शिगकुग' (देवमंदिर)। अरबी में यह मंडल 'अल अ करन' अर्थात् बिच्छू रहा।

वृश्चिक का सबसे प्रकाशमान नक्षत्र ज्येष्ठा, रंग तथा प्रकाश में मंगल ग्रह के समान है। इसीलिए पाश्चात्य देशों में यह 'ध्रुवदरिद्र' (Antares प्रतिद्वन्दी) के नाम से प्रसिद्ध हुआ। ज्येष्ठा के पश्चिम तथा पूर्व क्रमशः अनुराधा तथा मूला चान्द्र नक्षत्र हैं।

धनुराशि के दो अंश स्पष्ट हैं। इनमें भिन्न भिन्न देशों में भिन्न भिन्न आकृतियों देखी गईं। पाश्चात्य देशों में यह धनुष सहित धनुर्धर, अरब में दो शूतसुर्ग (अलनयाम अल बारिद) तथा चीन में दो कङ्काल के समान समझा गया। इस मंडल के पश्चिम तथा पूरु के अंश भारतीय पूर्वाषाढा तथा उत्तराषाढा चान्द्र नक्षत्र हुए।

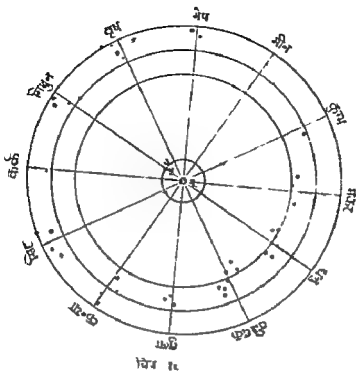
जैसे २१ फरवरी ८ रज रात्रि को ६ घंटे की ध्रुव रेखा तथा २१ अगस्त ८ रज रात्रि का १८ घंटे की ध्रुव रेखा याम्योत्तर वृत्त पर रहती है, वैसे ही २१ दिसम्बर आठ रज रात्रि का २ घंटे की ध्रुव रेखा याम्योत्तर वृत्त पर होगी तथा वैतरणी मंडल का प्रकाशमान (१ स्थूलतत्त्व का) नक्षत्र ४ एरिडानी (४ Eridani) क्षितिज के समीप सीधे दक्षिण दिशा में दिखाई देगा। २१ नवम्बर की आठ रज रात्रि को शून्य घंटे ध्रुव की रेखा याम्योत्तर वृत्त पर होगी तथा याम्योत्तर वृत्त से पश्चिम दक्षिण-मीन पाश्चात्य (Fomalhaut) फोमाल हौट ग्रहवा (Pisces Australis) पिसिस ऑस्ट्रेलिस तथा जौच, एव याम्योत्तर वृत्त से पूरु अमर फ़ाफ़ुशुएडी (Phoenix) दृष्टिगोचर होंगे। दक्षिण मीन मंडल में एक ही उज्ज्वल तारा है (स्थूलतत्त्व १)। काच पक्षी (Grus) वाल्मीकि ऋषि की कथा का संबंध हा सन्त है।

वङ्गवानल मंडल के दोना सर्वोज्ज्वल तारे α तथा सेण्टौरी Centauri β 60° दक्षिण विक्षेप रेखा पर हैं। इसलिए 30° उत्तर अक्षांश से तो दिखाई ही नहीं देते। यदि दर्शक का अक्षांश 26° अथवा 25° उत्तर हुआ तो भी उन्हें देखना सहज नहीं। कोई 15 जून की आठ बजे रात्रि को इन दो ताराग्रा का मध्यबिन्दु याम्यांतर वृत्त का उपरिगमन करता है। अतः वङ्गवानल के इन दो प्रकाशमान नक्षत्र α तथा β सेण्टौरी (Centauri) को देखने का सबसे अच्छा समय है 15 जून की आठ बजे रात्रि, 30 जून की ७ बजे रात्रि, 31 मई की ६ बजे रात्रि, 15 मई की 10 बजे रात्रि इत्यादि।

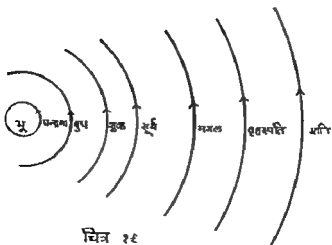
वङ्गवानल के पास ही उससे पश्चिम हटकर निशकु मंडल है (पश्चात्त्य क्रक्स Crux अथवा सदनं क्रॉस—Southern Cross)। 26° उत्तर अक्षांश या इससे अधिक उत्तर के स्थान से इस मंडल का प्रमुखतम नक्षत्र α Crux (α -क्रुसी) नहीं दिखाई देता। लगभग 25° उत्तर अक्षांश से 31 मई को ८ बजे रात्रि के समय वङ्गवानल तथा निशकु दोना दिखाई देंगे। निशकु मंडल निश्चामित्र का उखाया हुआ स्वर्ग है, जो उन्होंने अपने यजमान राजा निशकु के सशरीर निवास के लिए बनाया था। अलत्रिरुनी जय भारत आया था तब इस मंडल को 'साल' कहते थे।

पृथ्वी के दक्षिणी गोलार्द्ध में वङ्गवानल तथा निशकु से सगोल के दक्षिण ध्रुव का ज्ञान होता है। यदि α तथा β सेण्टौरी के मध्यबिन्दु से इन दोनों नक्षत्रों की रेखा पर लगे राखी जाय तो वह सगोल के दक्षिण ध्रुव से होकर जायगी। इसी भाँति α तथा γ निशकु को मिलाती हुई रेखा भी सगोल के दक्षिण ध्रुव होकर जायगी। दोनों रेखाएँ जहाँ मिलें, वहीं सगोल का दक्षिण ध्रुव है।

निशकु मंडल 15 मई की आठ बजे रात्रि को उपरिगमन करता है। 26° उत्तर अक्षांश या इससे और उत्तर जाने से मंडल के केवल β , γ तथा δ तारे दिखाई देंगे। 30° उत्तर अक्षांश से अधिक उत्तर जाने से केवल γ दिखाई देगा। किसी भी स्थान से मंडल के निरीक्षण का उपयुक्त समय 15 मई की आठ बजे रात्रि, 15 अप्रैल की 10 बजे रात्रि, इत्यादि ही है।



पृष्ठ ४१ ४० देखिए



पृष्ठ ४१ देखिए

भूमिका

साधारण प्रशासन में लगा हुआ कोई सरकारी कर्मचारी 'ग्रह-नक्षत्र' जैसे गहन विषय पर कोई पुस्तक लिखने का दुःसाहस करे तो उसे अपनी कुछ सफाई तो अवश्य देनी होगी।

भौतिक विज्ञान का विद्यार्थी होने के नाते मैंने तारामण्डल, उल्का, नीहारिका इत्यादि जैसे आकाशीय वस्तुओं से कुछ परिचय अवश्य प्राप्त किया था। दिन में पशु-पक्षी, पड़-पौधे तथा फूलों से कुछ दिलचस्पी रही और स्वभाव का अनेकानेक होने के कारण रात का कभी-कभी ताराओं को देखता रहा। मेरे दोस्त और उनके अच्छे मेरी इन हरकतों को जान गये और लगे मुझपर प्रश्नों की बौछार करने। मैंने कम से-कम अच्छा को तो पशु-पक्षी, पड़-पौधे तथा फूलों के नाम हिन्दी में ही रखने की चेष्टा की, पर जब वे मुझसे ताराओं के नाम पूछने लगे तो मैं मुश्किल में पड़ा, क्योंकि मुझे तो केवल अंग्रेजी नाम मालूम थे। इन अच्छों की खातिर मैंने ताराओं के भारतीय नामों से परिचित होना अपना कर्तव्य समझा। और, इसी तलाश में बहुत-सी पुस्तकें को तथा तारा चित्रों को छान डाला।

मैंने अपनी इस खोज में जितने भी तारा चित्र देखे, वे यूरोप अथवा संयुक्त राष्ट्र (अमेरिका) के अक्षांशों के लिए उपयुक्त थे। मैंने उत्तर भारत के अक्षांशों के लिए कुछ तारा चित्रों को बनाना चाहा, जिनमें तारा तथा तारा-समूहों के नाम हिन्दी में हों। मित्रों ने, विशेष कर प्रिय गुरु श्रीजगदीशचन्द्र माधुर ने उदावा दिया और पूरी एक पुस्तक ही लिख देने को कहा। सूर्य सिद्धान्त एवं आर्यभट्ट, ब्रह्मगुप्त तथा भास्कराचार्य के ग्रन्थों का पढ़कर, उनके ढाँचे में आधुनिक पाश्चात्य ज्ञान का यथासाध्य समावेश करके, अपने रचनायें हुए तारा चित्रों को मिलाकर, मैंने एक पुस्तक तैयार कर ली।

इसके कुछ अंश सर्वसाधारण के योग्य हैं, कुछ अंश सरलता से वैज्ञानिक तथ्य उद्घाटित करनेवाले हैं तथा बहुतेरे अंश गणित अथवा भौतिक विज्ञान के जिज्ञासुओं के व्यवहार के योग्य हैं। मैंने जानबूझकर इन अंशों को अलग-अलग करने की चेष्टा नहीं की है।

मैंने 'विहार-राष्ट्रभाषा-परिषद्' के समक्ष इस पुस्तक को यही समझकर प्रस्तुत किया है कि गणित तथा भौतिक विज्ञान के सम्बन्ध में अध्ययन एवं अनुसंधान के अनुरागी सज्जन इससे लाभ उठा सकेंगे तथा मुझसे अधिक विद्वान् लेखक पुस्तक के भिन्न-भिन्न अंशों से रागोल विज्ञान-सम्बन्धी सर्वोपयोगी साहित्य तैयार करने की सामग्री पा सकेंगे। मुझे

धनुराशि—मूल, पूर्वाषाढा, उत्तराषाढा ।

मकराशि—उत्तराषाढा, अभिजित, श्रवण, धनिष्ठा ।

कुम्भराशि—धनिष्ठा, शतभिष, पूर्वभाद्रपद ।

मीनराशि—पूर्वभाद्रपद, उत्तरभाद्रपद, रेवती ।

खगोल पर सूर्य की गति स्पष्ट दीखती नहीं, पर चन्द्रमा की गति तो दीगती ही है । इसलिए सूर्य के खगोल पर भ्रमण करने का ज्ञान होने के पहले ही संसार के सभी प्राचीन देशों में नक्षत्रों के बीच चन्द्रमा के भ्रमण का ज्ञान हो गया था तथा इन नक्षत्रों के विभाग भी किये गये । एक पूर्णिमा (अथवा अमावस्या) से दूसरी पूर्णिमा (अथवा अमावस्या) तक का समय सत्रह ही एक मास माना गया । लोगो ने ऐसा देखा कि प्रतिमास पूर्णिमा के समय चन्द्रमा का स्थान भिन्न भिन्न नक्षत्रों में रहता है । जब इन महीना के नाम पद तब १२ मासों में पूर्णिमा के समय चन्द्रमा क्रमशः चित्रा, मिश्राणा, ज्येष्ठा, आषाढा, श्रवण, भाद्रपद, आश्विनी, वृश्चिक, मार्गशीर्ष, पुष्य, मघा तथा फाल्गुनी नक्षत्रों में थे । इसीसे भारतीय मासों के नाम क्रमशः चैत्र, वैशाख, ज्येष्ठ, आषाढ, श्रावण, भाद्र, आश्विन, कार्तिक, मार्गशीर्ष, पौष, माघ तथा फाल्गुन हुए ।

ज्योति सिद्धान्त काल में मासों की परिभाषा बदल कर सूर्य के राशि-चक्र भ्रमण के अनुसार बना दी गई । मास तो पहले की भाँति एक पूर्णिमा (अथवा अमावस्या) से दूसरी पूर्णिमा (अथवा अमावस्या) तक का समय रहा । सवत्सर का प्रथम मास चैत्र २६ मास हुआ, जिसमें सूर्य मेष राशि में जाय । वैशाख वह मास हुआ, जिसमें सूर्य वृष राशि का संक्रमण करे । इसी भाँति ज्येष्ठ, आषाढ, श्रावण, भाद्र, आश्विन, कार्तिक, मार्गशीर्ष (अग्रहायण), पौष, माघ तथा फाल्गुन क्रमशः वे मास हैं जिनमें सूर्य मेष, कर्क, सिंह, कन्या, तुला, वृश्चिक, धनु, मकर, कुम्भ तथा मीन राशि का संक्रमण करे । सूर्य की राशिचक्र का पूरा भ्रमण करने में $365\frac{1}{4}$ दिन लगते हैं । एक एन राशि-वृत्त का बारहवाँ भाग अर्थात् 30° है । अतः एक राशि के आरम्भ से अंत तक का माध्यमिक काल $30 \times 36\frac{1}{4}$ दिन होता है । पर एक पूर्णमासी से दूसरी पूर्णमासी (अथवा एक अमावस्या से दूसरी अमावस्या तक का समय) लगभग २९ दिन ६ घंटे से लेकर २९ दिन २० घंटे तक ही होता है । अतएव जब चन्द्रमा के अनुसार मासों की गणना होती है तब १२ मास मिलकर एक सौर (Solar) वर्ष से लगभग दस दिन कम होते हैं तथा तीन-तीन वर्षों पर किसी-न किसी राशि के अन्तर्गत ही उसके आरम्भ तथा अंत में दो पूर्णमासी अथवा दो अमावस्याएँ हो जाती हैं । ऐसी अवस्था में ही भारतीय पंचांग का अधिक मास होता है ।

खगोल पर नक्षत्रों का पारस्परिक स्थान तो अचल है, पर खगोल के ध्रुव अचल नहीं । जैसा पहले बताया जा चुका है, खगोल का उत्तरध्रुव, सूर्य के क्रान्तिवृत्त के उत्तरध्रुव से प्रायः $23\frac{1}{2}^\circ$ दूर रहकर उसी पारिजिमा करता है और इसकी एक परिक्रमा में कोई २६००० वर्ष लगते हैं । इसका फल यह होता है कि सूर्य के क्रान्तिवृत्त तथा खगोल की विषुवरेखा के संपात बिन्दु अचल न होकर निरंतर चलायमान रहते हैं । जैसा पहले अध्याय में बताया जा चुका है, जब भी सूर्य विषुवरेखा पर आये, दिन और रात्रि का मान एक-दूसरे के समान होता है ।

विषुव का उल्लंघन करके जब सूर्य उत्तर रागोलार्द्ध में प्रवेश करे, तब उत्तरी गोलार्द्ध में दिन बड़ा और रात्रि छोटी होगी, क्योंकि सूर्य अपनी दैनिक परिभ्रमा का आधे से अधिक अंश क्षितिज के ऊपर व्यतीत करेगा। इस अवस्था में उत्तरी गोलार्द्ध का ग्रीष्म तथा दक्षिण गोलार्द्ध का शिशिर हो गया। इससे विपरीत जब विषुव का उल्लंघन करके सूर्य दक्षिण रागोलार्द्ध में जायगा, तब उत्तरी गोलार्द्ध में दिन छोटे तथा रात्रि बड़ी होगी, क्योंकि सूर्य अपनी दैनिक परिभ्रमा का आधे से अधिक अंश क्षितिज के नीचे व्यतीत करेगा। दोनों सप्तात में से जिसके उपरान्त उत्तरी गोलार्द्ध में दिन बड़ा और रात्रि छोटी होने लगे, उसे वसतसप्तात तथा इससे विपरीत अवस्थावाले सप्तात को शरत्सप्तात कहते हैं।

वैदिक काल में भारत में वर्ष की गणना वसतसप्तात से होती थी तथा एक वसत सप्तात से दूसरे वसत-सप्तात का समय 'वर्ष' माना जाता था। परन्तु ज्योतिष सिद्धान्त काल में इसकी गणना नक्षत्रों के बीच सूर्य के भ्रमण के आधार पर हुई तथा एक भेष राशि के प्रवेश अथवा अतिक्रमण से दूसरे प्रवेश अथवा अतिक्रमण का समय 'वर्ष' माना गया। इसे नाक्षत्र सौर वर्ष कहते हैं। भारतीय काल विभाग में जिस एक एयोंदय से दूसरे एयोंदय तक के समय का माध्यमिक मान था, तथा इस समय को ६० घटिका, प्रत्येक घटिका को ६० पल तथा प्रत्येक पल को ६० विपल में विभक्त किया गया था। इसी मति नक्षत्रों के बीच सूर्य की एक संपूर्ण परिभ्रमा का वृत्त (वर्तुल परिधि) १२ राशियों में, प्रत्येक राशि ३०° में, प्रत्येक अंश ६० कला में तथा प्रत्येक कला ६० बिन्दुओं में विभक्त थी। संपूर्ण वृत्त ३६० अंश का माना गया। ज्ञात अथवा क्षेप की माप की वह प्रणाली तो बिना किसी परिवर्तन के डिग्री (Degree) मिनट (Minute) तथा सेकेंड (Second) के रूप में आधुनिक पाश्चात्य गणित तथा ज्योतिष में चली आई है, पर घटिका, पल, विपल इत्यादि के स्थान पर दिवस के चौगिसरे अंश घटा (= २४ घटिका) मिनट (= २४ पल) सेकेंड (= २४ विपल) का व्यवहार प्रचलित हुआ। प्राचीन भारतीय पद्धति की विशेषता यह थी कि सूर्य एक दिवस में लगभग एक अंश हटता है। अतः १ घटिका तथा १ पल में क्रमशः १ कला तथा १ विरूला। पितामह सिद्धान्त तथा रोमक सिद्धान्त को छोड़ अन्य सिद्धान्त ग्रन्थों में वर्षमान ३६५ दिवस १५ घटिका ३० पल से लेकर ३६५ दिवस १५ घटिका ३२ पल तक है। नाक्षत्र सौर वर्ष का आधुनिक मान (निज कौम्य के अनुसार) निम्नलिखित है— $३६५\ २५६\ ३६\ ०\ ४२ + ००००००००''$ (स—१६००) दिवस। इसमें 'स' वर्ष का ईसवी सन् है। सिद्धान्त ग्रन्थों का माध्यमिक वर्ष ३६५ २५८६ दिवस का होता है। अपने सीमित साधना से भारतीय ज्योतिषिया ने आज से १५०० से १८०० वर्ष पूर्व जा गणना की, वह आज भी प्रायः सत्य है।

वसत सप्तात का स्थान नक्षत्रों के बीच अचल नहीं है, वरन् पूर्व से पश्चिम की ओर चलायमान है। इस गति को अयन-चलन कहते हैं। एवं नक्षत्र के पास से होकर फिर उसी नक्षत्र तक आने में सूर्य का ३६५ २५६ दिवस लगतः है पर एक वसत-सप्तात से दूसरे वसत सप्तात तक का समय केवल ३६५ २४२ दिवस है। अतः वृत्त पर 'अयन चलन' अथवा सप्तात बिन्दु की गति वर्ष में $५०''\ २५६८ + ०००''\ १२०२$ (स—१६००) है। पूर्ववत्

यहाँ 'स' के तात्पर्य वर्ष के इसी सन् से है। संपात बिन्दु के भुजक में अंतर वर्ष में $४६''००८५० + ०''०००२७६(स-१६००)$ होता है तथा विक्षेप में $२०''०४६८-०''०००००४५(स-१६००)$ होता है। भारतीय पद्धति में सर्वप्रथम नक्षत्रव्यूह की गणना वृत्तिमा से आरंभ हुई जहाँ वैदिक काल में वसंत-संपात (Vernal Equinox) होता था।

ज्योतिः सिद्धान्त काल तक यह संपात रेवती नक्षत्र के समीप चला आया था। इससे पश्चात् नक्षत्र अथवा राशि की गणना रेवती से आरंभ करके ही होती रही; परन्तु दिन अथवा रात्रि का मान, सूर्योदय काल, इत्यादि की गणना के लिए वास्तविक वसंत-संपात तथा रेवती नक्षत्र के योग तारा के बीच की दूरी का ज्ञान आवश्यक हो गया। इसे भारतीय ज्योतिष में अयनाश कहते हैं। भिन्न भिन्न भारतीय ग्रंथों में प्रतिवर्ष अयनाश में कितना अंतर होता है, इसका मान दिया है। यह $४६''$ से $६०''$ तक है। आधुनिक ज्योतिष में प्रति वर्ष वास्तविक वसंत-संपात का उस वर्ष के लिए माध्यमिक स्थान ही मेष राशि का आरंभ माना जाता है तथा उस बिन्दु से आरंभ करके सगोलिक विषुव वृत्त तथा सूर्य के क्रांति वृत्त दोनों ही के अंशों की गणना आरंभ होती है। क्रांति वृत्त का १०° एक राशि होती है। उसी प्रकार सगोलिक विषुव के अंशानाच्छन्न होणरा (Sidereal Hour Angle) भुजक अथवा भोग कहे जाते हैं। बहुधा उसके प्रतिरूप काल के मान से प्रदर्शित करते हैं, तब उसे अक्ष कहते हैं। कुछ अर्थात्चीन भारतीय ज्योतिषियों ने भारतीय पंचांगों में भी राशि, नक्षत्रों की ऐसी गणना प्रचलित करने का प्रयास किया, पर वे सफल न हो सके।

भारतीय ज्योतिष के ग्रह हैं—चन्द्र, सूर्य, बुध, शुक्र, मंगल, गुरु, बृहस्पति, शनि, राहु तथा केतु। राहु तथा केतु आकाश के वह स्थान हैं, जहाँ चन्द्रमा सूर्य के मान्ति वृत्त का क्रमशः दक्षिण से उत्तर तथा उत्तर से दक्षिण दिशा में जाते हुए उल्लंघन करता है। द्वितीय आर्यभट्ट ने वसंत तथा शरद-संपात को भी ग्रह माना था।

तिथि, वार, नक्षत्र, योग तथा करण यही भारतीय पंचांगों के पाँच अंग हैं। सूर्य तथा चन्द्रमा के राशि-भोग एक होने की अवस्था अमावस्या है। सूर्य की अथवा चन्द्रमा की गति लगभग $१२\frac{1}{2}$ गुना अधिक है। दोनों के राशि भोग में १२° का अंतर होने में जो समय लगता है, उसे तिथि कहते हैं। १५ तिथियों में यह अंतर १८०° (अथवा ६ राशि) का हो जाता है। इस अवस्था में चन्द्रमा सूर्य की उलटी ओर चला जाता है तथा उसका चारों प्रकाशित अंश पृथ्वी से एक सम्पूर्ण गोल के रूप में दिखाई देता है। इस अवस्था को पूर्णमासी कहते हैं। अमावस्या पूर्णमासी का अथवा किसी भी तिथि के आरंभ या अंत का कोई निश्चित समय नहीं है। दिन रात में किसी भी समय जब चन्द्रमा तथा सूर्य के राशि भोग समान हों अथवा उन राशि भोगों में ६ राशियों अथवा (१८०° अंश) का अंतर हो, तभी अमावस्या या पूर्णमासी होती है। इसी भाँति तिथियों के आरंभ तथा अंत भिन्न भिन्न समय पर होते हैं। वीस तिथियों के समय का माध्यमिक मान २६.५३०५६ दिवस होता है। अतः प्रत्येक दो मास में तिथियों की संख्या दिवस की संख्या से १ अधिक होती है। इसे चतुर् तिथि कहते हैं। अमावस्या से पूर्णमासी तक का समय शुक्ल पक्ष है। इसमें चन्द्रमा का

— — — रहता है। इसी भाँति पूर्णमासी से अमावस्या तक का समय कृष्ण पक्ष है। इसमें

चन्द्रमा का आकार घटता रहता है। अमेरिकन नौटीकल अलमनक (Nautical Almanac) के अनुसार सन् १९५२ ईसवी में अमावस्या तथा पूर्णमासी निम्नलिखित मिति तथा समय पर हुई।

पूर्णमासी

महीना	मिति	समय
जनवरी	१२	०४-५५
फरवरी	११	००-२८
मार्च	११	१८-१४
अप्रैल	१०	०८-५३
मई	९	२०-१६
जून	८	०५-०७
जुलाई	७	१२-३३
अगस्त	५	१९-४०
सितंबर	४	०३-१९
अक्टूबर	३	१२-१५
नवंबर	१	२३-१०
दिसंबर	१	१२-४१
दिसंबर	३१	०५-०५

अमावस्या

महीना	मिति	समय
जनवरी	२६	२२-२६
फरवरी	२५	०९-१६
मार्च	२५	२०-१२
अप्रैल	२४	०७-२७
मई	२३	१९-१८
जून	२२	०८-४५
जुलाई	२१	२३-३०
अगस्त	२०	१५-२०
सितंबर	१९	०७-२२
अक्टूबर	१८	२२-४२
नवंबर	१७	१२-५६
दिसंबर	१७	०२-०२

ऊपर की तालिका में समय रेल की घड़ियों के अनुसार आधी रात के बाद घटा मिनट में दिये हैं तथा यह ग्रीनविच का अन्तरराष्ट्रीय समय है। स्थान विशेष के लिए पूर्णमासी अथवा अमावस्या का समय उस स्थान के प्रचलित समय के अनुसार होगा।

एक सूर्योदय से दूसरे सूर्योदय तक का समय वार है। वार सात हैं—रविवार, सोमवार, मंगलवार, बुधवार, गुरुवार, शुक्रवार तथा शनिवार। सूर्य जब उन्मंडल पर पूर्व दिशा में होता है तब वह समय लंकादय काल है तथा जब सूर्य उन्मंडल पर पश्चिम दिशा में होता है तब वह समय लंकास्त काल है। लंकादय काल यदि तात्काल (Sidereal Time) में लिखा जाय तो वह भूभोग के समान होगा, अतः भूभोग को लंकादय काल भी कहते हैं।

नक्षत्रों के अनुसार रागोलिक विपुववलय के २७ खंड हैं। चन्द्रमा तथा सूर्य के भूभोग में एक नक्षत्र का अन्तर होने में जो समय लगता है, वह एक योग है। चन्द्रमा तथा सूर्य के भूभोग में ६० अन्तर होने में जो समय लगे, वह करण है।

सूर्योदय से लेकर मध्य राशि तक का समय मिश्रमान काल है। मिश्रमान काल का विशेष महत्त्व इसलिए है कि पंचांगों तथा अलमनक में ग्रहों का नित्य प्रति राशि-भोग तथा शर (अथवा ध्रुवक एवं विक्षेप) किसी स्थान विशेष (ग्रीनविच, उज्जयिनी, काशी) के मिश्र मान काल के लिए दिया होता है। भारतीय पंचांगों में ग्रहों का राशि-भोग, राशि-संस्था, अश, कला तथा विकला में दिया होता है। राशियों की गणना मेघ से आरंभ होती है। मेघ राशि में ग्रह का राशि भोग शून्य होगा तथा इस राशि में उसका स्थान अश, कला तथा विकला में दिया हो। यथा—०/११/४२/४६। इसी भाँति कन्या

दसवाँ अध्याय

ग्रहों की गति

तालमी, आर्यभट्ट से केप्लर न्यूटनपर्यन्त

सूर्य के चारों ओर भ्रमण करनेवाले ग्रह क्रमशः बुध, शुक्र, पृथ्वी, मंगल, बृहस्पति, शनि, इन्द्र (Uranus), वरुण (Neptune) तथा प्लूटो हैं। इनमें केवल बुध, शुक्र, मंगल, बृहस्पति तथा शनि बिना किसी यंत्र की सहायता से आँखों को दिखाई देते हैं। बुध तो सूर्य के अत्यन्त समीप होने के कारण यहुना सूर्य के साथ ही उदय-अस्त होता है तथा इस कारण दिखाई नहीं देता। जब बुध का राशिभोग सूर्य की अपेक्षा कम से कम $6^{\circ}30'$ अधिक हो, तब सूर्यास्त के कुछ पश्चात् पश्चिम क्षितिज पर सूर्य के अस्त होने के स्थान के समीप कुछ क्षणों के लिए बुध को देखना संभव है। इसी प्रकार बुध का राशिभोग सूर्य की अपेक्षा $6^{\circ}30'$ कम होने की अवस्था में सूर्योदय के पहले पूर्व क्षितिज के पर सूर्य के उदय स्थान के समीप कुछ क्षणों के लिए बुध के दर्शन हो सकते हैं। बुध तथा सूर्य के राशिभोग में 15° से अधिक अन्तर नहीं होता। अतः बुध कोई आधा या पौन घंटे से अधिक देर तक दिखाई नहीं देता। यों तो बुध यथेष्ट प्रकाशमान है तथा रात्रि में दिखाई देने से भ्रमत्स्य नक्षत्र से ही कुछ ही कम प्रकाशमान होता; पर उषा तथा गोधूलि के समय ही दिखाई देने के कारण यह ग्रह सचेष्ट होकर ध्यानपूर्वक देखनेवालों को ही दिखाई देता है। पृथ्वी के एक वर्ष में बुध चार बार से अधिक सूर्य के पूर्व से पश्चिम आकर फिर पूर्व को चला आता है। अग्नी चंचलता के कारण ही इस ग्रह की देवताओं का दूत कहा गया तथा अति चंचल (पारद, पाश) की पोशाक भाषाओं में बुध ग्रह का ही नाम 'मरकरी' दिया गया। शुक्र ग्रह को सभी लोग संध्या-तारा अथवा मोर का तारा के रूप में जानते हैं। शुक्र की गति भी बुध के ही समान है। अन्तर इतना है कि शुक्र तथा सूर्य के राशिभोग में एक पूर्ण राशि (अर्थात् 30° = दो घंटे) तक का अंतर हो जाता है। इसका फल यह होता है कि शुक्रग्रह सूर्यास्त के एक दो घंटे पश्चात् तक अथवा दो घंटे पूर्व से ही दिखाई देता है। शुक्र की ज्योति भी इतनी अधिक है कि स्वच्छ आकाश में यदि उसका स्थान ज्ञात हो तो दिन में सूर्य के उदय होते हुए भी इसे देखना संभव है।

शुभ्र से न्यून प्रकाश बृहस्पति ग्रह का है। अन्य ग्रहों की भाँति इसका भी प्रकाश न्यूनाधिक होता रहता है, पर अधिकतर यह सर्वोच्चतम तारा शुक्र से न्यून, पर अन्य सभी

ताराओं से अधिक रहता है। मंगल तथा शनि का प्रकाश बृहस्पति की अपेक्षा कम है। इनका स्थूलत्व +१ से +२ के अन्तर्गत रहता है। इनमें मंगल का प्रकाश निश्चित स्तर पर लगभग ज्येष्ठा अथवा रोहिणी तारा के समान है। शनि का प्रकाश कुछ नीलापन लिये उज्ज्वल है। मंगल, बृहस्पति, शनि, वरुण तथा प्लूटो को दूरग्रह (Superior planets) कहते हैं। इनके विपरीत बुध तथा शुक्र निकट ग्रह (Inferior planets) हैं। दूरग्रहों की खगोल पर गति निम्न प्रकार की होती है। जब इनका राशि भोग सूर्य के समान हो जाता है तब यह सूर्य के प्रकाश के कारण दिखाई नहीं देते। इस अवस्था की युति (Conjunction) कहते हैं। दूरग्रह भी सूर्य की भाँति खगोल पर पश्चिम से पूर्व हटते हैं; पर सूर्य की अपेक्षा उनकी गति कहीं मंद होती है। फलस्वरूप, दो-तीन सप्ताह के पश्चात् ग्रह सूर्य से पश्चिम चला गया रहेगा तथा सूर्योदय से पूर्व ही पूरव क्षितिज के समीप दिखाई देगा। नित्यप्रति ग्रह सूर्य से पश्चिम हटता दिखाई देगा तथा इसका उदयकाल नित्य कम होता जायगा। एक समय ऐसा आयगा जब पृथ्वी की गति सीधे ग्रह की दिशा में होगी। इस अवस्था में ग्रह खगोल पर अर्थात् नक्षत्रों के बीच निश्चल दिखाई देगा। पर सूर्य सदा अपनी निश्चित गति से राशियाँ का अतिक्रमण करता रहेगा। इस अवस्था के पश्चात् ग्रह की गति उलटी दिशा में अर्थात् पूरव से पश्चिम होने लगेगी। इस अवस्था में ग्रह का उदय काल तीव्रता से कमने लगेगा तथा पृथ्वी के निकट आने से ग्रह के प्रकाश में भी वृद्धि होती जायगी। जब पृथ्वी उस ग्रह तथा सूर्य के बीचोबीच आ जायगी तब ग्रह की उलटी दिशा में गति सबसे अधिक होगी। मध्यरात्रि के समय ग्रह याम्योत्तर रेखा पर रहेगा अर्थात् उसी समय उसका उन्नतांश (Altitude) सबसे अधिक होगा। पृथ्वी से ग्रह की दूरी सबसे कम होगी तथा उसका जो भाग पृथ्वी से दिखाई देगा, वह पूरा-का-पूरा सूर्य से प्रकाशित होगा। ग्रह की इस अवस्था को युद्ध (Opposition) कहते हैं तथा दूरबीक्षण यंत्र द्वारा ग्रह के अध्ययन के लिए यही आदर्श अवस्था है। इस अवस्था के पश्चात् ग्रह की उलटी दिशा में अर्थात् खगोल पर पूरव से पश्चिम की गति न्यून होने लगती है; पर उसकी गति सूर्य से उलटी दिशा में होने के कारण मध्य रात्रि तक यह ग्रह याम्योत्तर रेखा के पश्चिम चला गया होता है। एक अवस्था ऐसी आती है जब पृथ्वी ग्रह से सीधे दूर जाती हो। इस अवस्था में पुन नक्षत्रों के बीच ग्रह स्थिर दिखाई देता है। फिर ग्रह खगोल पर पश्चिम से पूर्व चलने लगता है। परन्तु सूर्य इससे कहीं अधिक तीव्र गति से चलते हुए फिर ग्रह तक पहुँच जाता है तथा दुबारा युति (Conjunction) होती है। उसके पश्चात् ग्रह की सारी उपर्युक्त गति दुहराई जाती है।

भारतीय ज्योतिषग्रन्थों में नक्षत्रों के बीच ग्रहों की आठ प्रकार की गति बताई गई है—

- (१) वक्र—पूरव से पश्चिम नित्य न्यून होती हुई गति।
- (२) अतिवक्र—पूरव से पश्चिम नित्य अधिक होती हुई गति।
- (३) विकल—स्थिर अर्थात् नक्षत्रों के बीच एक ही स्थान पर होना।
- (४) मंद—पश्चिम से पूरव की क्रमशः अधिक होती हुई गति जिम्मा मान ग्रह की समगति से न्यून हो।

(५) मंदतर—पश्चिम से पूर्व की क्रमशः न्यून होती हुई गति, जिसका मान सम गति से कम हो ।

(६) सम—ग्रह की पश्चिम से पूर्व दिशा में गति का माध्यमिक मान ।

(७) शीघ्रतर (अतिशीघ्र)—पश्चिम से पूर्व दिशा में अधिक हांती हुई गति, जिसका मान सम गति से अधिक हो ।

(८) शीघ्र—पश्चिम से पूर्व दिशा में क्रमशः न्यून होती हुई गति, जिसका मान सम-गति से अधिक हो ।

युति के पश्चात् दूर ग्रह की गति क्रमशः 'शीघ्र, सम, मंदतर, विकल, अतिवक्र, वक्र, विकल, मंद, सम, शीघ्रतर' होती है, जस्तक दूसरी युति की अवस्थान त्रा जाय । निकट ग्रह कभी युद्ध की अवस्था में नहीं जाते । उनकी युति दो होती है—निकट युति तथा दूर युति । दूर युति के समीप ग्रह सूर्य के समीप तथा आकार में सूक्ष्म रहता है । परन्तु ग्रह का सारा गोल विषय प्रकाशित रहता है । निकट ग्रह तथा सूर्य के राशि-भोग में जब अत्यधिक अंतर होता है उस अवस्था में ग्रह अत्यधिक पूर्वीय अथवा पश्चिमीय कोणीयान्तर (Maximum Eastern or Western Elongation) की अवस्था में रहता है । दूरवीक्षण यंत्र से देखने पर ग्रह का प्रकाशित भाग अर्द्धचन्द्राकार दिखाई देता है । निकटयुति के समीप भी ग्रह सूर्य के समीप रहता है; पर इसका आकार बड़ा एवं दूरवीक्षणयंत्र से देखने पर प्रकाशित भाग लघुचन्द्राकार दिखाई देता है । निकटग्रहों की गति इस प्रकार होती है—दूरयुति, शीघ्र, सम (अत्यधिक पूर्वीय कोणीयांतर की अवस्था), मंदतर, विकल, अतिवक्र निकटयुति, वक्र विकल, मंद सम (अत्यधिक पश्चिमीय कोणीयांतर की अवस्था), शीघ्रतर, पुनः दूरयुति ।

आर्यभट्ट को छोड़ सभी भारतीय ज्योतिषियों ने तथा ससार की सभी प्राचीनतर सभ्यताओं ने स्वभावतः पृथ्वी को स्थिर तथा ग्रह-नक्षत्रों को इसके चतुर्दिक् चलायमान माना । जैसा ऊपर बताया जा चुका है, ग्रहों की गति अत्यन्त विलक्षण है । ग्रह भिन्न भिन्न गति से पृथ्वी को केन्द्र मान कर भ्रमण करते हैं, केवल यह अनुमान उनकी वास्तविक गति का कारण बताने में असमर्थ होगा । प्राचीन भारतीय ज्योतिषिद्विज्ञान में पार्थिव वायुमंडल के बाहर पूर्व से पश्चिम जानेवाले प्रवाह वायु की कल्पना की गई थी, जो नित्य नक्षत्रों तथा ग्रहों को पूर्व से पश्चिम ले जाता हुआ उनसे पृथ्वी की परिक्रमा कराता है । इनमें ग्रह अपनी गति से पश्चिम से पूर्व जाते हुए दिखाई देते हैं, जैसे कुम्हार के चक्र पर उलटी दिशा में जाती हुई कोई चींटी (सिद्धान्त शिरोमणि ४/४) । प्रत्येक ग्रह के साथ चार अदृश्य शक्तियाँ लगी हैं, जिनके नाम क्रमशः शीघ्रोच्च (Perigee), मंदोच्च (Apogee) तथा राहु एवं केतु अथवा आरोही एवं अवरोही नामक दो पात (Nodes) हैं । शीघ्रोच्च ग्रह के मार्ग में पृथ्वी से निकटतम बिन्दु है, मंदोच्च दूरतम तथा दोनों पात, आरोही तथा अवरोही पात, वे मूल्य स्थान हैं जहाँ ग्रह राशि-चक्र का उल्लंघन करके दक्षिण से उत्तर अथवा उत्तर से दक्षिण जाता है । शीघ्रोच्च, मंदोच्च, राहु तथा केतु ग्रह को अपनी-अपनी ओर आकृष्ट

करके उसकी समगति से ग्रासेपीछे अथवा उत्तर दक्षिण की विक्षिप्त करते हैं। सूर्य अपने विशाल आकार के कारण इन शक्तियों द्वारा अधिक आकृष्ट नहीं होता तथा प्रायः एक ही गति से खगोल पर पश्चिम से पूर्व जाता रहता है। फिर भी अपने शीघ्रोच्च अर्थात् सूर्य समीपक (Perihelion) के स्थान पर सूर्य की गति अधिक तथा मंदोच्च अर्थात् सूर्यदूरक (Aphelion) स्थान पर न्यून होती है। चन्द्रमा का मुख्य सूर्य की अपेक्षा कम है; अतः शीघ्रोच्च, मंदोच्च राहु तथा केतु का आकर्षण उसे सूर्य की अपेक्षा अधिक विक्षिप्त करते हैं। मंगल आदि तारा ग्रह अपने न्यून मुख्य के कारण और भी विक्षिप्त होते हैं।

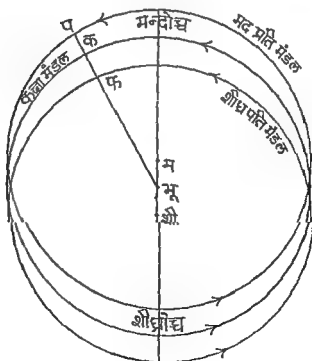
मिल में टालमी (Ptolemy) तथा भारत में सभी सिद्धान्तकारों ने ऊपर लिखे भूकेन्द्रीय ज्योतिष का व्यवहार किया, पर अपने ग्रन्थ आर्यभटीय के चतुर्थमाग (गोलपाद) के नवें श्लोक में आर्यभट्ट ने—

“अनुलोम गतिर्नोऽस्थः पश्यत्यचल विलोमग यद्वत्। अचलानि मानि तद्वत् समपश्चिमगानि लकायाम्।”

ऐसा लिख कर नक्षत्रों की नित्यगति का कारण पृथ्वी का अपनी धुरी पर घूमना बताया। ग्रहों की गति का आर्यभट्ट ने प्रचलित पद्धति के अनुसार ही वर्णन किया तथा सूर्य-चन्द्रमा सहित सभी ग्रहों की पृथ्वी के चतुर्दिक् चलायमान समझा। नक्षत्रों के नीचे क्रमशः शनि, बृहस्पति, मंगल, सूर्य, शुक्र, बुध तथा चन्द्रमा के कक्षा-मंडल हैं। प्रत्येक ग्रह अपने-अपने कक्षा-मंडल पर एक ही गति से चलता है अर्थात् एक ग्रहोत्तर में प्रत्येक ग्रह अपने कक्षा-मंडल की परिधि पर समान दूरी का उल्लंघन करता है। नक्षत्रों की अपेक्षा भिन्न ग्रहों के भिन्न गति से चलने का कारण उनकी पृथ्वी से दूरी में भिन्नता है। वास्तव में गति में कोई भिन्नता नहीं है। सूर्य के कक्षा-मंडल की निज्या-नक्षत्र मंडल अथवा राशि-चक्र की निज्या का $\frac{1}{30}$ वाँ अंश है। सभी ग्रहों की अपने कक्षा-वृत्त पर गति एक ही है। अतः यदि किसी ग्रह का भ्रमण काल (अर्थात् किसी नक्षत्र विशेष के पास से चल कर फिर उसी के पास पहुँच जाने का समय) 'म' नाक्षत्र सौर वर्ष हो तथा सूर्य के कक्षा-वृत्त की निज्या 'स' हो तो ग्रह विशेष के कक्षा-वृत्त की निज्या 'म × स' होगी। (आर्यभटीय—द्वितीय खंड—काल निर्यायाद — १२ वाँ श्लोक)। इस पद्धति के लिए वास्तव में चन्द्रादि ग्रहों के कक्षा-वृत्त की निज्या क्या होती, इसका कोई महत्त्व नहीं था। उनका अनुपात उनकी परस्पर तथा नक्षत्रों की गति को देखकर निश्चित हो सन्तता था तथा ग्रहों के मध्यम (अथवा सूक्ष्म) स्थान की गति निश्चित करने के लिए यही यथेष्ट था। इस पद्धति में प्रवह वायु की आवश्यकता न रही तथा ग्रह-नक्षत्रों की दैनिक गति का वास्तविक कारण पृथ्वी का अपनी धुरी पर गोल-गोल घूमना ही माना गया।

ग्रह विशेष के मंदोच्च अथवा शीघ्रोच्च की ओर हटे हुए उस ग्रह के मद तथा शीघ्र प्रतिमंडल होते हैं, जिनकी निज्या (Radius) कक्षा-वृत्त के समान होती है। वृत्तों के केन्द्रों की परस्पर दूरी को अंत्यफल (Eccentricity) कहते हैं। प्रति मंडल जब कक्षा-

मंडल से शीघ्रोच्च (Perigee) की ओर हटा होता है तब उसे मंद प्रतिमंडल कहते हैं। चित्र. २० में 'भू' पृथ्वी का केन्द्र है, 'म' तथा 'शी' क्रमशः भू से ग्रह के मंदोच्च तथा शीघ्रोच्च की दिशा में 'अन्यान्तर' पर है। भू, म तथा शी को केन्द्र मानकर ग्रह के कक्षा की त्रिज्या के आनुपातिक तीनों वृत्त (कक्षामंडल, मंद प्रतिमंडल तथा शीघ्र प्रतिमंडल) निर्मित किये गये। यदि किसी काल विशेष को ग्रह का मध्यस्थान कक्षा-मंडल स्थित 'क' बिन्दु पर है तथा भू से क को सीधा हुआ कर्ण मंद प्रतिमंडल तथा शीघ्र प्रतिमंडल को क्रमशः 'प' तथा 'फ' बिन्दु पर छेदे तो 'प' 'क' को मंदफल तथा 'क' 'फ' को शीघ्रफल कहते हैं। भारतीय ज्योतिष में प्रत्येक ग्रह के भ्रमण से उसके कक्षा-मंडल की त्रिज्या, उसकी शीघ्रोच्च तथा मंदोच्च स्थानों पर की गति से शीघ्रान्त्यान्तर तथा मन्दान्त्यान्तर निकाल कर, कक्षामंडल पर ग्रह के स्थान से उसके मध्यम स्थान का निर्णय करके फिर मंदफल तथा शीघ्रफल की सहायता से ग्रह के स्पष्ट स्थान को निकालने की विधि दी हुई है।



चित्र २०

टातामी तथा मास्कराचार्य ने प्रत्येक ग्रह को अपने मध्यम स्थान के चारों ओर शीघ्रोच्च तथा मंदोच्च के बीच की दूरी अर्थात् अन्त्यफल को व्यास मानकर भ्रमण करता

विश्वास है, इस पुस्तक को पढ़कर इस विषय के अधिकारी विद्वानों का ध्यान विशेष प्रामाणिक ग्रन्थ के निर्णय की ओर आकृष्ट होगा।

पठन-पाठन से यों तो सन् १९४१ ई० से मेरा लगभग विच्छेद ही हो गया है। किसी समय में भौतिक विज्ञान एवं गणित का परिश्रमी विद्यार्थी होने का दावा कर सकता था; पर अब तो ऐसा भी कुछ नहीं कह सकता। अतः विद्वान् और जिज्ञासु पाठक यदि इसमें कहीं कोई त्रुटि देखें, जिसकी बहुत अधिक संभावना हो सकती है, तो हमें सूचित करने की कृपा करें जिससे इसके आगामी संस्करण में आवश्यक सुधार किया जा सके। और, यदि किसी सुयोग्य विद्वान् लेखक के मन में इस विषय पर इससे भी अच्छी पुस्तक लिखने की प्रेरणा हुई तो मैं अपना प्रयास सफल समझूंगा।

पुस्तक के चित्रा के बनाने में मुझे बिहार सचिवालय क पूर्ति विभाग के आलेखक से सहायता मिली थी, जब मैं पूर्ति विभाग में था।

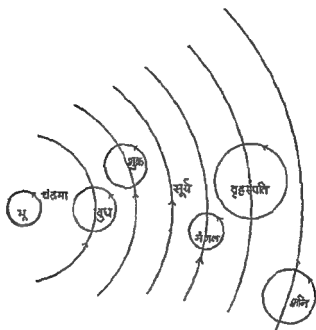
बिहार-सचिवालय के लोकनिर्माण विभाग के ड्राइंग सुपरिण्टेण्डेण्ट तथा दामादर-बैली कारपारेशन के डिजाइन विभाग के मित्रा ने भी मेरी सहायता की है। उनको तथा अन्य मित्रा को, जिन्होंने किसी रूप में मेरा हाथ बढ़ाया, मैं सहर्ष धन्यवाद देता हूँ।

सबसे अधिक धन्यवाद के पात्र बिहार के शिक्षासचिव रन्धुवर श्रीजगदीशचन्द्र माधुर हैं, जिनकी प्रेरणा से मैंने यह पुस्तक लिखी।

स्ट्रैंड रोड, पटना
३ मार्च, १९५५ ई०

—त्रिवेणीप्रसाद सिंह

द्विधा समझा तथा इसी प्रणाली द्वारा ग्रहों के स्पष्ट स्थान को निकालने की विधि निकाल (देखिए चित्र २१)।



चित्र २१

ईसवी सन् १५४३ में निकोलास कोपरनिकस ने 'ड रिबोल्यूशनिस ग्रोएरिअस पेटे स्टीग्रम्' में यह सिद्ध करने की चेष्टा की कि सूर्य स्थिर है तथा पृथ्वी इसके चतुर्दिक् भ्रमण करती है। सोलहवां शताब्दी के सर्वप्रमुख ज्योतिषी टाइकोब्रेही (१५४६—१६०१) ने कोपरनिकस के सिद्धान्त को इसलिए अस्वीकार किया कि अत्यन्त सूक्ष्म यन्त्रों द्वारा भी टाइकोब्रेही ने नक्षत्रों के पारस्परिक स्थान में पृथ्वी के भ्रमण के कारण कोई अंतर नहीं पाया। वास्तव में यह अंतर होता है, पर अत्यन्त सूक्ष्म है। टाइकोब्रेही के शिष्य जॉन कोपलर ने ब्रेही द्वारा लिये गये माप-जोड़ से ही ग्रहों की गति के विषय में निम्नलिखित नियम निकाले —

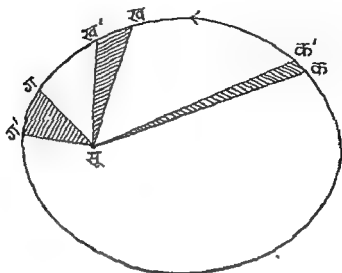
(१) प्रत्येक ग्रह एक दीर्घ वृत्त की परिधि पर भ्रमण करता है जिसके दो प्रति स्तर (Foci) में से एक पर सूर्य रहता है।

(२) सूर्य से ग्रह की खींची हुई सीधी रेखा समान समय में समान क्षेत्रफल का आवृत्तिमण करती है।

(३) ग्रह की एक परिक्रमा के समय का वर्ग ग्रह की सूर्य से माध्यमिक दूरी के घन से अनुपातिक है।

चित्र-सख्या २२ में ग्रह 'क, ए, ग' दीर्घ वृत्त पर भ्रमण कर रहा है, जिसके एक प्रतिलव पर सूर्य 'सू' है। यदि ग्रह के क, ए तथा ग स्थान से 'ट' बिंदु जमीन होने पर ग्रह

का स्थान क्रमशः क' र' तथा ग' हो तो सूर्य क', सूर्य र' तथा सूर्य ग' के क्षेत्रफल समान होंगे।



चित्र २२

यदि ग्रह तथा सूर्य की परस्पर दूरी का माध्यमिक मान 'स' है तथा सूर्य के चतुर्विध भ्रमण का समय (रवि भगण काल) 'र' है तो सभी ग्रहों के लिए $\frac{र^२}{स^३}$ का मान एक ही होगा।

लगभग इसी समय गैलिलियो ने दूरबीन का आविष्कार कर के बुध तथा शुक्र की शृंगोन्नति तथा शृंगावनति (चन्द्रमा की भोगि आकार के अंतर) को देखा, जिससे कोपरनिकस के सिद्धान्तों की और भी पुष्टि हुई। कोपलर के दूसरे नियम से सूर्य से ग्रह की दूरी तथा उसकी गति में अवस्थित सम्बन्ध परिभाषित हो ही गया था।

ईसवी सन् की सतरहवीं शताब्दी में न्यूटन ने कोपलर के नियमों की सहायता से गुरुत्वाकर्षण के सिद्धान्त तथा गतिविज्ञान (Dynamics) के नियमों का उल्लेख किया।

न्यूटन के गति के नियम निम्नलिखित हैं—

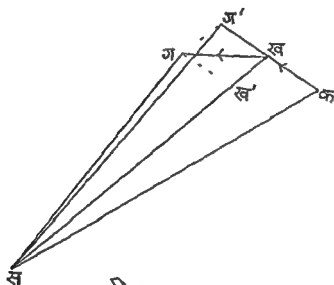
(१) कोई वस्तु अपनी स्थिरता अथवा एकरूप शून्यरेखीय गमता की अवस्था में तब तक रहती है जब तक कोई बाह्य आरोपित बल उस वस्तु की वैसी अवस्था में परिवर्तन न कर दे।

(२) वस्तु की गमता तथा आरोपित बल दोनों सदिश राशि (Vector Quantity) हैं तथा गमता में परिवर्तन बल के अनुपात में तथा बल की ही दिशा में होता है।

(३) प्रत्येक क्रिया की उससे विपरीत उसी मान की प्रतिक्रिया होती है।

केपलर के द्वितीय नियम से न्यूटन ने यह सिद्ध किया कि प्रत्येक ग्रह सूर्य की ओर आकर्षित होकर ही उसकी परिक्रमा करता है। यह न्यूटन के नियमों से सहज ही सिद्ध किया जा सकता है।

चित्र-संख्या २३ में स सूर्य का स्थान है तथा 'क-र-ग' क्रमशः 'ट' घंटे के अंतर पर ग्रह के तीन अनुगामी स्थान हैं। यदि सूर्य तथा ग्रह में कोई आकर्षण न होता तो



चित्र २३

न्यूटन के प्रथम नियम के अनुसार ग्रह 'क-र-ग' की अक्षरेखा की सीध में 'र' से 'ट' घंटे पश्चात् 'ग' बिन्दु पर जा पहुँचता। 'क' से 'ख' की यात्रा में भी 'ट' घंटे ही लगते हैं। ग्रह की गति एक रूप होती है, अतः $क र = र ग$ । यदि 'ट' घंटे का मान अत्यन्त न्यून रखा जाय तो स क, स र तथा स ग में अन्तर अत्यन्त सूक्ष्म होगा। स क र त्रिभुज तथा स ख ग त्रिभुज एक दूसरे के समान होंगे। अतएव उनका क्षेत्रफल भी समान होगा। यदि ग्रह पर सूर्य के आकर्षण का बल आरोपित है तो इस बल के फलस्वरूप वह सूर्य की दिशा में हटता जायगा। यदि ख के ट घंटे पश्चात् सूर्य ग बिन्दु पर है तो अक्ष रेखा ग ग, र स के समानान्तर होगी; क्योंकि ग्रह की गति में अंतर सूर्य की दिशा में ही हो सक्ता है। ग से ग' र के समानान्तर रेखा ग ख' र स रेखा को र' बिन्दु पर छेदती है। ग ग' ख ख' एक समानान्तर चतुर्भुज है; अतएव त्रिभुज ग र र', त्रिभुज र ग ग' के क्षेत्र प्रकार समान हैं। अतः त्रिभुज 'ग र' र' का क्षेत्रफल त्रिभुज 'र ग' ग' के क्षेत्रफल के समान है। ग ग' तथा 'ख ख' स' एक दूसरे के समानान्तर हैं; अतः त्रिभुज 'ग र ग'' का क्षेत्रफल त्रिभुज 'ग स ग'' के क्षेत्रफल के समान होगा। यदि ट का मान कम करके 'क-र-ग' में अन्तर अत्यन्त न्यून कर दिया जाय तो यह स्पष्ट हो जायगा कि 'स क र' का क्षेत्रफल 'स ख ग' के क्षेत्रफल के समान होगा।

केपलर के तृतीय नियम से न्यूटन ने विश्वव्यापी गुरुत्वाकर्षण का नियम निकाला। उदाहरणार्थ, सुगमता के लिए ग्रह के पथ को दीर्घ वृत्त न मान कर सामान्य वृत्त माना जाय। (वृत्त दीर्घ वृत्त का वह रूप है, जिसमें उसके दोनों प्रतिस्वर एक स्थान पर आ जाते हैं)। सूर्य का गुरुत्व 'म' है तथा ग्रह का गुरुत्व 'ज'। ग्रह के वृत्त की त्रिज्या अर्थात् सूर्य से ग्रह की दूरी 'त' है। ग्रह का रवि भ्रमण काल 'र' है। वृत्त की परिधि तथा व्यास के अनुपात को ग्रीक अक्षर π द्वारा व्यक्त करते हैं।

न्यूटन के द्वितीय गति नियम से यह सिद्ध हो सकती है कि ग्रह का सूर्य केन्द्रीय गति वर्धन $t \times \left(\frac{2\pi}{t} \right)^2$; अतः गमता वर्धन हुआ $j \times t \times \frac{4\pi^2}{r^2}$ । सूर्य का गुरुत्व म है। यह गमता यदि गुरुत्व के कारण है तो वह 'म' तथा 'ज' के गुणनफल के अनुपातिक होना चाहिए। न्यूटन ने गुरुत्वाकर्षण के उल को बोना युव वस्तुओं की दूरी के प्रतीप (Inverse) के वर्ग के अनुपातिक माना। अतः गुरुत्वाकर्षण बल $= \text{स्व} \times \frac{m \times j}{t^2}$ । यहाँ स्व अनुमानिक सत्या है। न्यूटन के तृतीय गति नियम से

$$\text{स्व} \times \frac{m \times j}{t^2} = j \times t \times \frac{4\pi^2}{r^2}$$

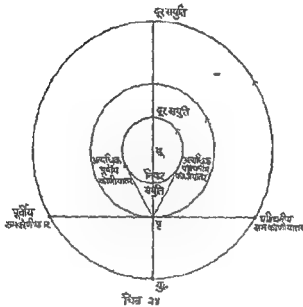
$$\text{अतः स्व} = \frac{j \times \pi^2}{m} \times \frac{t^3}{r^2}$$

केपलर के नियमों से t^3/r^3 अपरिवर्ती है। सौर परिवार के लिए म भी अपरिवर्ती है, अतः स्व अपरिवर्ती हुआ। यही न्यूटन का विश्वव्यापी गुरुत्वाकर्षण का नियम है।

वास्तव में इस नियम से ग्रह के गुरुत्व का भी सूर्य पर फल होना चाहिए। इस नियम की सहायता से केपलर के तृतीय नियम का शुद्ध रूप निकाला जा सकता है, जो वेधफल के अधिक समीप है।

ग्रहों की स्पष्ट गति उनकी अपने अपने दीर्घ वृत्त में भ्रमण तथा पृथ्वी के अपने दीर्घ वृत्त में भ्रमण बोना ही का फल है। आधुनिक प्रणाली के अनुसार जब ग्रह पृथ्वी तथा सूर्य की सीध में सूर्य के समीप रहता है तब युति (Conjunction) होती है। ग्रह जब सूर्य से परे होता है तब दूर संयुति (Superior Conjunction) होती है। जब ग्रह सूर्य तथा पृथ्वी के मध्य में चला आता है तब निकट संयुति (Inferior Conjunction) होती है। दूर ग्रह (जो पृथ्वी की अपेक्षा सूर्य से दूर है) केवल दूर संयुति की अवस्था में आते हैं। निकट ग्रह बुध तथा शुक्र, दूर तथा निकट संयुति दोनों ही अवस्थाओं में आते हैं। दूर ग्रह जब पृथ्वी से सूर्य की अपेक्षा उलटी दिशा में दिखाई देता है तब युद्ध (Opposition) की अवस्था कही जाती है। ग्रह पृथ्वी सूर्य कोण को ग्रह का कोणीयान्तर (Elongation) कहते हैं। दूर ग्रह का कोणीयान्तर जब 90° होता है तब ग्रह अपनी समकोणीयान्तर (Quadrature) अवस्था में कहा जाता है। निकट ग्रहों का समकोणीयान्तर कभी नहीं होता। उनकी केवल अत्यधिक पूर्वाय तथा पश्चिमी कोणीयान्तर की अवस्थाएँ होती हैं। जब तक ग्रह का संचार (Right Ascension) बढ़ता जाता है अर्थात् नक्षत्र के बीच वह पश्चिम से पूर्व

हटता जाता है, तब तक उसकी मार्ग गति (Direct Motion) होती है। इसके विपरीत गति को वक्रगति (Retrograde motion) कहते हैं। ग्रह का पृथ्वी से निकटतम स्थान परीघोच्च (Perigee) तथा दूरतम स्थान मदीोच्च (Apogee) है। (देखिए चित्र-संख्या २४)



चित्र में उदाहरण की सुविधा के लिए ग्रहों के भ्रमण कक्ष को वृत्त माना गया है। पृथ्वी का स्थान पृ है। पृथ्वी के इस स्थान के लिए दूर तथा निकट ग्रह की ऊपर लिखी भिन्न भिन्न अवस्थाएँ दिखाई गई हैं। ग्रहों की वक्र इत्यादि गति पृथ्वी तथा ग्रह विशेष के अपनी अपनी वक्रा में प्रवेग (Velocity) तथा ग्रह की अवस्था विशेष (ग्रहवा काशीमातर) पर निर्भर करता है। अपनी अपनी वक्राओं में ग्रहों के प्रवेग तथा कक्षाओं की निर्या केपलर के तृतीय नियम द्वारा सम्यक् हैं।

ग्रहविशेष द्वारा नब्बन व्यूह की सम्पूर्ण परिभ्रमा व समय का उस ग्रह का 'भ्रमण काल' अपनी कक्षा अर्थात् सूर्य के चतुर्दिक् दीर्घवृत्त की परिभ्रमा व समय को 'परिभ्रमण काल' तथा एक दूर-संयुति से दूसरी दूर-संयुति तक क समय को ग्रह का 'संयुति वर्ष' कहते हैं।

यदि पृथ्वी का 'परिभ्रमण काल' पृ है तथा ग्रहविशेष का परिभ्रमण काल व है, तथा ग्रह का संयुति वर्ष यु है तो

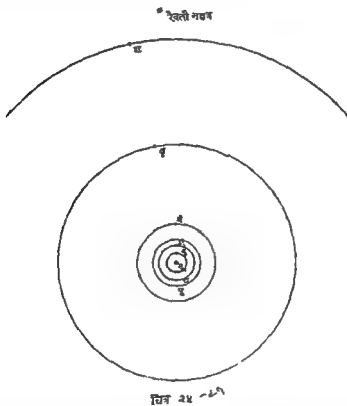
$$\frac{1}{यु} = \frac{1}{व} - \frac{1}{पृ}$$

पृथ्वी का परिक्रमण काल नाक्षत्र सौर वर्ष के समान है। जैसा पहले बताया जा चुक है, सायन सौर वर्ष इससे कुछ कम है। सायन सौर वर्षों में भिन्न भिन्न ग्रहों के परिक्रमण काल तथा सयुतिवर्ष के मान निम्नलिखित प्रकार हैं—

ग्रह	परिक्रमण काल का सायन वर्षमान	सयुति वर्ष का सायन वर्षमान
बुध	० २४०८५	० ३१७२६
शुक्र	० ६१५२१	१ ५६८७२
पृथ्वी	१ ००००४	
मंगल	१ १८८०८६	२ १३५३६
बृहस्पति	११ ८६२२३	१ ०६२११
शनि	१६ ४५७७२	१ ०३५१८
इन्द्र	८४ ०१५२६	१ ०१२०६
वरुण	१६४ ७८८२६	१ ००६१४
शूटो	२४७ ६६६८	१ ००४०८

भारतीय काल-गणना की प्रसिद्ध युग-पद्धति ग्रहा की सयुति की पद्धति है। इसके अनुसार एक महायुग ४३२०००० नाक्षत्र सौर वर्ष का होता है, जिसके १, १, १, १ तथा १ अश क्रमशः कृत, त्रेता, द्वापर तथा कलियुग होते हैं। ग्रहा की गति ऐसी है कि एक महायुग में क्रमशः बुध, शुक्र, मंगल, बृहस्पति तथा शनि के १७६३७०२०/७०२२३८८/२२६६८२४/३६४२२४ तथा १४६५६४ भगण होते (आर्यभटीय) हैं। इस पद्धति के साथ ग्रहा की सूर्य से दूरी के आधुनिक मान के व्यवहार से किसी भी दिन के लिए ग्रहा का माध्यमिक स्थान निकाला जा सकता है। ग्रहा की कक्षा को स्थूल गणना के लिए वृत्त माना जा सकता है। यदि पृथ्वी की कक्षा की विज्या १ है तो बुध, शुक्र, मंगल, बृहस्पति तथा शनि की कक्षाओं की विज्याएँ क्रमशः ० ३८७०६६, ० ७२३३३२, १ ५२३६६१, ५ २०२८०३ तथा ६ ५३८८४३ हैं। कलियुग के आरंभ में पृथ्वी से देखने पर सभी ग्रह तथा सूर्य एक ही स्थान पर थे तथा यह स्थान रेवती नक्षत्र (♋ Piscium) का स्थान था। जब आर्यभट्ट ने कुसुमपुर (पटना) में अपना ग्रह लिखा था तब कलियुग के आरंभ से ३६०० वर्ष व्यतीत हुए थे तथा आर्यभट्ट की अवस्था केवल २३ वर्ष की थी। सन् १६५२ ईस्वी के ६ अप्रैल को ५ बजे सवेरे सूर्य रेवती नक्षत्र में था। कलियुग के आरंभ से तबतक ५०५३ नाक्षत्र सौर वर्ष व्यतीत हो चुके थे। महायुग अर्थात् ४३२०००० नाक्षत्र सौर वर्ष में क्रमशः बुध, शुक्र, पृथ्वी, मंगल, बुध (बृहस्पति) तथा शनि के १७६३७०२०, ७०२२३८८, ६३२००००, २२६६८२४, ३६४२२४ तथा १४६५६४ भगण (Revolutions) होते हैं। इससे ५०५३ नाक्षत्र सौर वर्षों के भगण को निकाल कर कक्षाओं की विज्या के अनुपात से खींचे गये वृत्त में ग्रहा का स्थान दिखाया जा सकता है। पृथ्वी का स्थान ऐसा होगा कि सूर्य रेवती नक्षत्र (♋ Pis cium) की सीध में दिखाई दे। अन्य ग्रहों का सूर्य

से कोणीयांतर उनकी कक्षाओं की त्रिज्या तथा अपनी अपनी कक्षाओं में उनके स्थान पर निर्भर करेगा। नाक्षत्र सौर चर्प का मान $365^{\circ} 25' 46''$ दिन अर्थात् 365 दिन 6 घंटा ९ मिनट $10\frac{3}{4}$ सेकेंड है। इस प्रकार आनेवाले वर्षों में सूर्य की रेखती नक्षत्र से संयुति की मिति तथा उसका समय निकाला जा सकता है। कलियुगारंभ से व्यतीत नाक्षत्र सौर वर्षों की सख्या तथा ग्रहों के उपर्युक्त भगण से अपने अपने वृत्त में उन ग्रहों का उस समय के लिए स्थान निश्चित किया जा सकता है। (देखिये चित्र सख्या २५)



यदि अन्य किसी समय के लिए ग्रहों का स्थान निश्चित करना है तो उसके लिए ग्रहों की दैनिक गति की सख्याओं का व्यवहार हो सकता है। बुध, शुक्र, पृथ्वी, मंगल, गुरु तथा शनि की दैनिक गति क्रमशः $1^{\circ} 0' 52''$, $1^{\circ} 0' 52''$, $1^{\circ} 0' 52''$, $1^{\circ} 0' 52''$, $1^{\circ} 0' 52''$, $1^{\circ} 0' 52''$ तथा $1^{\circ} 0' 52''$ है।

इस प्रकार प्राप्त किये गये स्थान कोई 15° तक अशुद्ध हो सकते हैं, क्योंकि वास्तव में कलियुगारंभ में सभी ग्रह युति की अवस्था में न होकर एक नक्षत्र में अर्थात् लगभग 15° के अन्तर्गत थे। बुध तथा मध्यम शुक्र का सूर्य केन्द्रीय भोग लगभग $365^{\circ} 0'$ तथा शनि का भोग लगभग 15° था। पृथ्वी से देखने पर सभी ग्रह कोई 15° के अन्तर्गत दिखाई देते थे।

पिर यह गणना ग्रहों की कक्षा के वृत्त न होकर दीर्घ वृत्त होने तथा पृथ्वी की कक्षा के धरातल से भिन्न होने के कारण भी अशुद्ध है। वास्तविक भारतीय ज्योतिषीय गणना तथा वर्धित सृष्टि के आरम्भ (६ अप्रैल १९५२ से १९५५-५६ नाक्षत्र सौर वर्ष पूर्व) से आरम्भ होती है, जब सूर्य तथा चन्द्रमा सहित सभी ग्रहों के पात (Nodal Points) तथा मदीच्य (Perigee) भी ग्रहों के साथ रेवती नक्षत्र के स्थान पर ही रहे होंगे।

इन सभी की महायुग तथा कल्प (१००० महायुग) में गति भारतीय ग्रहों में दी हुई है। बुध के परिभ्रमण काल का माध्यमिक मान लग ८८ दिवस है तथा सयुति काल का लगभग ११६ दिवस। दूर-सयुति से अत्यधिक पूर्वाय ग्रथवा पश्चिमीय कोणीयातर ३६ दिन पीछे या पहले होता है। इसी प्रकार शुक्र का सयुति वर्ष (माध्यमिक) ५८४ दिवस का है तथा निकट सयुति से ७१ दिन पहले और पीछे अत्यधिक पूर्वाय तथा पश्चिमी कोणीयातर होते हैं। १९५२ ईसवी में १८ फरवरी ६ जून तथा २४ सितंबर को बुध की दूर सयुति एव ४ अप्रैल, ७ अगस्त तथा २७ नवंबर को बुध की निकट सयुति हुई थी। २० अगस्त १९५१ ई० को शुक्र की निकट सयुति, १२ जून १९५२ ई० को दूर सयुति तथा पुन २६ मार्च १९५३ ई० को निकट सयुति हुई थी। मंगल की सयुति १८ मई १९५१ ई० को, बुध २७ अप्रैल १९५२ ई० को तथा पुन सयुति ६ जुलाई १९५३ ई० को हुई। बृहस्पति प्रतिवर्ष लगभग एक राशि अतिक्रमण करता है। १९५३ ईसवी में यह मेष राशि के वृत्तिका नक्षत्र के समीप था। १९५४ ईसवी में बृहस्पति वृष राशि में था, इसीलिए कुम्भ का मेला हुआ। शनि लगभग २½ वर्ष में एक राशि अतिक्रमण करता है तथा १९५३ ई० में कन्या तथा तुला राशिया के बीच में था। १९५६ ई० में यह वृश्चिक राशि में रहेगा। बुध, शुक्र, मंगल, बृहस्पति तथा शनि की कक्षाएँ पृथ्वी की कक्षा के धरातल के साथ अपने अपने धरातल से क्रमशः ७°, ३°२३'३१", १°५१', १°१४'१३" तथा २°०६'२६" का कोण बनाती हैं। पर पृथ्वी से देखने पर सूर्य के क्रांतिवृत्त से इनकी दूरी २° या २½° से अधिक नहीं दिखाई देती। मंगल, बुध तथा बृहस्पति के अपक्रम में पृथ्वी अथवा सूर्य को केन्द्र मानने से अधिक अंतर नहीं होता, पर बुध तथा शुक्र सूर्य के समीप हैं तथा पृथ्वी अपेक्षाकृत दूर है। इसलिए पृथ्वी से देखने पर सूर्य तथा बुध अथवा शुक्र के अपक्रम का अंतर न्यून हो जाता है।

ग्यारहवाँ अध्याय

उल्का, धूमकेतु तथा आकाशगंगा

उल्काएँ प्रकाश की वह रेखाएँ हैं जो सहसा रात्रि को आकाश में दिखाई देती हैं। देखने में यह दृढ़ रूप से गिरते हुए ताराओं जैसी लगती हैं। इनका रंग कभी लाल होता है, कभी उजला और कभी नीला। कभी-कभी ये दृढ़ते तारे पृथ्वी तक पहुँच जाते हैं। इनके अध्ययन से लोग इस निष्कर्ष पर पहुँचे हैं कि ये अलग-अलग प्रस्तर-खण्ड हैं, जो पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण से खिंचकर वायुमंडल की रगड़ से गर्म होकर जलने लगते हैं। तीव्र गति उल्काएँ श्वेत अथवा नील वर्ण तथा भद्रगति उल्काएँ रक्त वर्ण दिखाई देती हैं।

प्राचीन काल में उल्काओं को उत्पात का प्रतीक माना गया था। उल्काओं का विशेष अध्ययन अर्वाचीन काल में ही हुआ है। उल्काएँ दो प्रकार की पाई गई हैं। एक तो आकस्मिक (Sporadic Meteors) जो किसी भी दिन किसी दिशा में दिखाई दें, पर अधिकतर उल्काएँ पुजीमूल रूप में किसी विशेष मिति को अर्थात् पृथ्वी के भ्रमण मार्ग के किसी विशेष स्थान पर दिखाई देती हैं। प्रत्येक उल्का-युग का लगोल पर कोई एकन्द्र विशेष होता है। उल्का-युग का नाम, केन्द्र जिस नक्षत्र-मंडल में हो उसीके नाम पर होता है। जैसे सिंह उल्का (Leonids), त्रिमिजित्-उल्का (Lyrids)। कुछ प्रमुख उल्का-युग के नाम उनके उल्का-केन्द्र के भ्रमण एवं प्रक्रम तथा उनके दिखाई देने की तिथियाँ निम्नलिखित तालिका में दी गई हैं। तिथियाँ में किसी वर्ष एक दिन तक का भेद हो सकता है।

उल्काओं के नाम	ममोग	उल्का केन्द्र अक्षम	तिथि	
सिंह-उल्का	{	१५२°	२२° उत्तर	१५-१६ नवम्बर
		१५५°	१४° उत्तर	२२-२८ फरवरी
		१६६°	४° उत्तर	१-४ मार्च
त्रिमिजित्-उल्का	{	२७१°	३३° उत्तर	२०-२२ अप्रैल
		२८४°	४४° उत्तर	१६ अगस्त
कुम्भ-उल्का		३३७°	१° दक्षिण	२-६ मई

शेषनाग उल्का	२४५°	६४° उत्तर	२७-३० जून
मकर उल्का	३०५°	१२° दक्षिण	२४-२६ जुलाई
उपदानवी उल्का	२३°	४२° उत्तर	३० जुलाई ३ अ०
	२५°	४३° उत्तर	१७-२३ नवंबर
बराह उल्का	४६°	५७° उत्तर	१०-१२ अगस्त

धूमकेतु अर्थात् पुच्छल ताराओं का प्राचीन काल में भी अध्ययन हुआ था; परन्तु उस समय छपी पुस्तकों का अभाव था। किसी एक देश में एक लगातार एक दो शताब्दिया तक ही ज्योतिष इत्यादि शास्त्रों का विशेष अध्ययन हो सफा। पुच्छल तारा विशेष कई शताब्दियों में अन्तर दिखाई देते हैं। मत्रोत्तल ने बृहस्पति की दीक्षा में पराशर संहिता से निम्नलिखित उद्धरण दिया है—

पैतामहश्चल ऋतु पाच सौ वर्ष के अन्तर दिखाई देता है। उद्दालक श्वेतकेतु एक सहस्र वर्ष के अन्तर दिखाई देता है। काश्यप श्वेतकेतु पाँच सहस्र वर्षों के अन्तर दिखाई देता है। इत्यादि।

दूरबीक्षण यंत्र के आविष्कार के उपरान्त प्रतिवर्ष कोई पाँच छु धूमकेतु देखे गये हैं। इनमें से कोई २० प्रतिशत पृथ्वी पर कहीं न कहीं ग्रहों को दिखाई देते हैं। १५०० ईसवी से १८०० तक कोई ८० धूमकेतु सगर के किसी न किसी भाग में ग्रहों को दिखाई दे सके थे, पर १८०० से १९१५ तक ही ७८ ऐसे केतुओं का वर्णन है, जो ग्रहों को दिखाई दे सके। इन सभी में एक प्रकाशमान केन्द्र तथा एक या दो पुच्छल अंग होते हैं। वेधशालाओं में बिछले तीन शताब्दियों में अनेक धूमकेतुओं के स्थान तथा गति को मापा गया है, जिससे यह पता चलता है कि धूमकेतु ग्रहों की भाँति सूर्य के चतुर्दिक गति दीर्घ वृत्त में भ्रमण करते हैं, जिसकारण सूर्य के समीप उनकी मार्ग प्रति स्वर के समीपवर्त्ता परिवलय गड (Like the portion of a parabola near its focus) जैसा होता है।

धूमकेतुओं में सबसे प्रसिद्ध हेली पुच्छल (Halley's Comet) है, जो १९१० ईसवी में दृष्टिगोचर हुआ था तथा पुनः १९८५ ई० में दिखाई देगा।

आकाश गंगा (Milky way) खगोल पर फैला हुआ एक विशाल बलय है, जो वास्तव में छोटे-छोटे ताराओं का सघन समूह है। यह उत्तर ध्रुव के समीप कपि (Cepheus) मंडल से आरंभ करके ज्योतिष मंडल को जाता है। वहाँ पर यह गलय दो शाखाओं में विभक्त हो जाता है। एक भाग पूरव ओर धनिष्ठा, श्रवण, धनु इत्यादि मंडलों की ओर जाता है तथा दूसरा भाग सीधे बृश्चिक-मंडल की ओर जाता है। दोनों भाग बढ़वा त्रिशंकु एवं अर्धवृत्त मंडल के समीप से होकर मृगशिरा-मंडल के समीप एक हो जाते हैं। मिथुन राशि तथा काल पुरुष के मंडल के बीच से होकर, ब्रह्मा मंडल, बराह मंडल तथा हिरण्यक-मंडल का अतिक्रमण करके फिर आकाश गंगा कपि मंडल के समीप आ पहुँचती है। पौराणिक कथाओं से संबंध रखनेवाले नक्षत्र मंडलों में अधिकांश आकाश गंगा के समीपवर्त्ता है।

विषय-सूची

पहला अध्याय	रत्नगोल	१-८
दूसरा अध्याय	आकाशीय मापदण्ड	९-१४
तीसरा अध्याय	तारा तथा तारामंडल	१५-१९
चौथा अध्याय	वर्षत, ग्रीष्म तथा वर्षा ऋतु की संध्या में आकाश का उत्तर भाग सप्तर्षि, शिशुमार चक्र, शेषनाग, पुलोमा, कालका ।	२०-२४
पाँचवाँ अध्याय	शरत्, हेमन्त तथा शिशिर ऋतुओं की संध्या में आकाश का उत्तर भाग—कपि (गणेश) हिरण्यक्ष, वराह, उपदानवी ।	२५-२७
छठा अध्याय	ग्रीष्म की संध्या में आकाश का मध्य भाग—मिथुन (पुनर्वसु), मृगशिरा, शुनी, कर्क (पुष्य), हस्तर्षि (आश्लेषा), सिंह (मघा, पूर्वाषाढा, मूलानुराधा तथा उत्तराषाढा), कन्या (चित्रा), हस्त, ईश (स्वाती), तुला (विशाखा), सुनीति, दशानन (ज्येष्ठ), सर्पमाला, वृश्चिक (अनुराधा, ज्येष्ठा, मूला) ।	२८-३२
सातवाँ अध्याय	शिशिर वर्षत की संध्या में आकाश का मध्य भाग—बीजा (अभिजित्), धनु (पूर्वाषाढा, उत्तराषाढा), श्रवण, धनिष्ठा, खगेश (हस्त), मकर, कुम्भ (शतभिष), हयशिरा, उपदानवी (भाद्रपदा), मीन (रेवती), मेघ (आश्विनी, भरणी), त्रिक, जलकेतु, वृष (कृत्तिका, रोहिणी), ब्रह्मा (प्रजापति), कालपुरुष (आर्द्रा, मृगशिरा), वैतरणी ।	३३-३७

चारहवाँ अध्याय

उपग्रह—भृङ्गोन्नति तथा ग्रहण

पृथ्वी पर रहनेवालों के लिए सूर्य के पश्चात् चन्द्रमा ही सबसे महत्वपूर्ण ग्रह है। समुद्री ज्वारभाटा का कारण चन्द्रमा है तथा रात्रि में चन्द्रमा का प्रकाश सुन्दर ही नहीं, बरन् उपयोगी भी होता है। चन्द्रमा पृथ्वी के आकर्षण से उसके चतुर्दिक भ्रमण करता है। चन्द्रमा के आकर्षण से पृथ्वी की ध्रुवा घूमती रहती है, जिससे अयन चलन होता है। चन्द्रमा की गति के अध्ययन से ही ज्योतिषशास्त्र का आरंभ हुआ तथा उसीसे ग्रीचीन काल में गुरुत्वाकर्षण के नियम की पुष्टि तथा विश्व की उत्पत्ति के अनेक सिद्धान्तों का आरंभ हुआ।

चन्द्रमा की सगोलिक गति सूर्य की अपेक्षा तरह गुना अधिक है। सूर्य नित्यप्रति पश्चिम से पूरव लगभग 1° हटता है, पर चन्द्रमा की नित्यप्रति नै माध्यमिक गति 13° है। जब चन्द्रमा तथा सूर्य का राशि भोग एक ही रहता है तब समावस्था होती है तथा जब दोनों के राशि भोग में पूरे छ राशि (अर्थात् 180°) का अन्तर होता है तब पूर्णिमा होती है। समावस्था को सूर्य तथा चन्द्रमा की संयुति (Conjunction) तथा पूर्णिमा को युद्धा (Opposition) भी कहते हैं। चन्द्रमा का भ्रमण काल अथवा नाक्षत्र भ्रमण काल (Sidereal Period) वह अवधि है, जिसमें चन्द्रमा एक नाक्षत्र विशेष के पास से चलकर फिर उसीके पास आ पहुँचे। इस अवधि का माध्यमिक मान २७ दिवस ७ घंटे, ४३ मिनट ११ सेकंड अथवा २७.३२१६६ सावन दिवस है। समावस्था अथवा पूर्णिमा से दूसरी समावस्था अथवा पूर्णिमा तक भी अवधि को चांद्रमास कहते हैं। चांद्रमास का माध्यमिक मान २९ दिवस १२ घंटे ४४ मिनट २८ सेकंड अथवा २९.५३०५९ दिवस है। चन्द्रमा के उपर्युक्त भ्रमण काल का अयन चलन से कोई सम्बन्ध नहीं। यदि चन्द्रमा का भ्रमण काल किसी नाक्षत्र विशेष की अपेक्षा न माप कर

सूर्य के क्रांति वृत्त के सपात बिन्दुओं की अपेक्षा मापा जाय तो उस अवधि को सायन भगण काल (Tropical period) कहते हैं। ३६५ दिवस में ग्रहन-चलन लगभग $५०''$ होता है। अतः चन्द्रमा के नाक्षत्र भगण काल (Sidereal period) में लगभग $४'$ ग्रहन-चलन होता है। ग्रहन चलन पूर्व से पश्चिम होता है। अतएव चन्द्रमा का सायन भगण काल नाक्षत्र भगण काल की अपेक्षा कम है। सायन भगण काल का माध्यमिक मान २७.३२१५८ दिवस है। यदि समय को दिवस में लिखा जाय तो एक दिवस में चन्द्रमा राशिचक्र का—

$\frac{१}{\text{चान्द्र नाक्षत्र भगण काल}} \times ३६०^{\circ}$ अतिक्रमण करता है। इतने ही समय सूर्य राशिचक्र का

$\frac{१}{\text{नाक्षत्र सौर वर्ष}} \times ३६०^{\circ}$ अतिक्रमण करता है। एक चान्द्रमास में चन्द्रमा सूर्य की अपेक्षा ३६०° आगे चला जाता है। अतएव एक दिवस में चन्द्रमा तथा सूर्य के कोणीयान्तर में

$\frac{१}{\text{चान्द्रमास}} \times ३६०^{\circ}$ की वृद्धि होगी।

$$\text{अतः } \frac{१}{\text{चान्द्र नाक्षत्र भगण काल}} \cdot \frac{१}{\text{नाक्षत्र सौर वर्ष}}$$

$$= \frac{१}{\text{चान्द्रमास}}$$

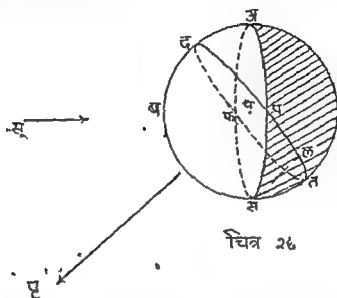
यदि ग्रहन-चलन का वार्षिक कोणीय मान 'य' है तो प्रतिदिवस का ग्रहन चलन $\frac{य}{३६०^{\circ}}$ है। प्रति दिवस चन्द्रमा की नाक्षत्र गति $\frac{३६०^{\circ}}{\text{चान्द्र नाक्षत्र भगण काल}}$ है।

यदि किसी क्षण विशेष पर चन्द्रमा सपात बिन्दु पर है तो प्रति दिवस वह उससे $\frac{३६०^{\circ}}{\text{नाक्षत्र भगण काल}}$ पूरन को हटेगा। इसके विपरीत मशत बिन्दु प्रति दिवस

$\frac{य}{\text{नाक्षत्र सौर वर्ष}}$ पश्चिम को हटेगा। अतः प्रति दिवस चन्द्रमा तथा सपात बिन्दु में कोणीयान्तर $\frac{३६०^{\circ}}{\text{नाक्षत्र भगण काल}} + \frac{य}{\text{नाक्षत्र सौर वर्ष}}$ का होगा। जितने समय के अनन्तर यह अन्तर ३६०° का हो जाय वही चन्द्रमा का सायन भगण काल है। अतः

$$\frac{३६०^{\circ}}{\text{नाक्षत्र भगण काल}} + \frac{य}{\text{नाक्षत्र सौर वर्ष}} = \frac{३६०^{\circ}}{\text{सायन भगण काल}}$$

चन्द्रमा के आकार के बढ़ने घटने को श्रृंगोजति कहते हैं। चित्र २६ में 'सू' सूर्य की दिशा तथा 'ब' चन्द्रमा का केन्द्र है। चन्द्रमा के धरातल के अर्द्धभाग 'अ व स' सूर्य द्वारा प्रकाशित है। पृथ्वी से चन्द्रमा का 'द व त' अर्द्धभाग ही दिखाई दे सकता है। इसमें 'द व स' भाग प्रकाशित है। परम वृत्त (Great Circle) 'अ-स' तथा परम वृत्त 'द-त' एव



दूसरे का प तथा फ बिन्दुओं पर छेदते हैं। चन्द्रमा के गोल धरातल का अंश 'प द फ स प' श्रृंग अथवा मास्य (Lune) कहलाता है। पूर्णिमा की कोणीयान्तर 'सू च पृ' शून्य हो जाता है तथा श्रृंग पूरा गोलार्ध होने के कारण पृथ्वी से पूर्ण वृत्त के रूप में दिखाई देता है। अन्य अवस्थाओं में श्रृंग का कोण द व स सर्वथा कोण 180° —'सू च पृ' के समान रहता है। यदि बिन्दु स से चन्द्रमा के व्यास द व त पर लंब स ल खींचा जाय तो चन्द्रमा के श्रृंग के मध्यभाग की चौड़ाई पृथ्वी से द-ल के बराबर दिखाई देगी। 'द-ल' का मान है $2-2 \times \text{कोण द व स} = 2 [1 + \text{कोण सू च पृ}]$ जहाँ २ चन्द्रमा के विन की त्रिज्या है।

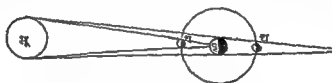
यदि नित्य प्रति चन्द्रविष का आकार मापा जाय तथा उससे चन्द्रमा की दूरी में जो अंतर होता रहता है उसका अनुमान किया जाय तो यह पता चलता है कि चन्द्रमा की पृथ्वी से दूरी सदा परिवर्तित होती रहती है। चन्द्रमा का मार्ग पृथ्वी को प्रतिस्वर मान कर एक दीर्घ वृत्त की परिधि पर है। इस कारण चन्द्रमा के नाक्षत्र मगण काल तथा चान्द्र मास में सदा परिवर्तन होता रहता है; पर इनका सम मान पहले लिखे के समान होता है। चन्द्रमा की कक्षा के धरातल तथा पृथ्वी की कक्षा के धरातल में $5^\circ 17' 43''$ का अंतर है। चन्द्रमा का भ्रमण-वृत्त पृथ्वी के भ्रमण-वृत्त (अर्थात् क्रांति वृत्त) के धरातल को जिन दो बिन्दुओं में छेदता है, वह क्रमशः राहु (आरोहीपात) तथा केतु (अवरोही पात) के नाम से प्रसिद्ध है। राहु तथा केतु की सूर्य के क्रांति-वृत्त पर वक्र गति होती रहती है, जिसका सम मान प्रति दिवस $3' 10'' 64$ है। चन्द्रमा तथा पृथ्वी के धरातल का कोणीयान्तर भी परिवर्तनशील है। यह लगभग १७३ दिनों में अपने पूर्ववत् स्थान

पर आ जाता है तथा इसमें १८' तक का अन्तर होता है। इस परिवर्तन से राहु तथा केतु की क्रांतिवृत्त पर गति भी परिवर्तित होती रहती है। चन्द्रमा पृथ्वी के चतुर्दिक् भ्रमण में अपनी ध्रुवा के चारों ओर नाचता रहता है तथा दोनों प्रकार की गतियों का परिक्रमण काल एक होने के कारण पृथ्वी से सदा चन्द्रमा का एक ही अर्द्धांश दिखाई दे सकता है। जैसे जैसे इस अर्द्धांश का न्यूनतर अंश सूर्य से प्रकाशित होता है वैसे-वैसे चन्द्रमा के विम्ब का आकार भी छोटा होता जाता है।

मंगल, बृहस्पति, शनि, इन्द्र तथा वरुण के साथ भी उपग्रह हैं। मंगल के दो, बृहस्पति के नव, शनि के नव, इन्द्र के चार तथा वरुण के एक चन्द्रमा अतक मिल सके हैं। इन्हें उपग्रह कहना सर्वथा उचित नहीं है, क्योंकि वास्तव में ग्रह-उपग्रह दोनों ही अपने सम्मिलित गुरुत्व केन्द्र के चतुर्दिक् भ्रमण करते हैं तथा सामूहिक रूप से सूर्य के चतुर्दिक् भ्रमण करते हैं।

चन्द्रग्रहण तथा सूर्यग्रहण आकाश के चमत्कारिक दृश्यां में सर्व प्रमुख हैं। इनका अध्ययन तथा इनका समय पहले से जान लेना अनेक देशों में ज्योतिषियों का प्रधान कार्य था तथा प्राचीन समय से ही लोगों ने इसमें सफलता पाई। वास्तव में सूर्यग्रहण तथा चन्द्रग्रहण का समय पहले से जान लेना उस समय के ज्योतिषियों के लिए कड़ी कसौटी थी तथा इसमें सफलता पाने से ही उस समय के सिद्धान्त इतने अच्छे समझे गये कि मध्यकालीन समय तक किसीने उनके परिवर्तन की चर्चा नहीं की।

चित्र २७ में अभावस्था तथा पूर्णिमा को चन्द्रमा के स्थान च तथा च' दिखाये गये हैं।



चित्र २७

यदि च अथवा च' चन्द्रमा की कक्षा के आरोही अथवा अवरोही पातों में से किसी एक पर है या उसके समीप है तो 'स च पृ' अथवा 'स पृ च' एक ऋतु रेखा होगी। च अवस्था में चन्द्रमा की छाया पृथ्वी तक तभी पहुँचगी जब च पृथ्वी के समीप हो। पृथ्वी के थोड़ा भाग से ही सूर्यग्रहण दिखाई देगा। छाया के बाहर कुछ दूरी तक आंशिक सूर्यग्रहण दिखाई देगा। यदि छाया की रश्मि पृथ्वी तक नहीं पहुँच पाये तो पृथ्वी के किसी भी अंश से चन्द्रमा का विम्ब सूर्य के विम्ब के सर्वथा अन्तर्गत ही दिखाई देगा। इसे बलय ग्रहण (Annular Eclipse) कहते हैं।

च अवस्था में चन्द्रमा पृथ्वी की छाया में प्रविष्ट होकर अंधकारमय हो जाता है। पृथ्वी का आकार बड़ा होने के कारण यह छाया भी मोटी होती है। चन्द्रग्रहण यदि होता है तो समस्त पृथ्वी से दिखाई देता है।

चन्द्रमा के विम्ब का अर्धव्यास अधिक से अधिक १७' का होता है तथा चन्द्रमा की कक्षा पर पृथ्वी की छाया का अर्धव्यास ४७' तक का होता है। दोनों का व्यास ६४' है। जब चन्द्रमा पालविन्दु से १२३° दूर होता है तो उसका शर ६४ का होता है। अतः

चन्द्रग्रहण के लिए यह आवश्यक है कि पूर्णिमा के दिन चन्द्रमा संपात बिन्दु से $12\frac{1}{2}^{\circ}$ से अधिक दूर न हो। पृथ्वी की छाया तथा चन्द्र विषय के अर्धव्यास के अतिन्यून मान भी क्रमशः $32'$ तथा $14'$ हैं तथा $12'$ शर के लिए चन्द्रमा को पात से 1° दूर होना चाहिए। अतः यदि पूर्णिमा को चन्द्रमा के राशि भोग तथा राहु अथवा केतु के राशि भोग में 1° अंश या इससे कम का अन्तर कम हो तो चन्द्रग्रहण होना अनिवार्य है। इसी भाँति सूर्यग्रहण के लिए यह आवश्यक है कि अमावस्या को सूर्य के राशि भोग तथा राहु अथवा केतु के राशिभोग में $12\frac{1}{2}^{\circ}$ या इससे कम का अन्तर हो तथा यदि यह अन्तर $12\frac{1}{2}^{\circ}$ का हो जाय तो सूर्यग्रहण होना अनिवार्य है। जैसा पहले बताया जा चुका है, मान्ति वृत्त पर राहु तथा केतु की वक्र दैनिक गति $3' 10'' 64$ है। सूर्य की माध्यमिक गति $54' 11'' 33$ है। अतः राहु अथवा केतु से सूर्य की दूरी नित्य $62' 14'$ अधिक होती जाती है। अमावस्या से पूर्णिमा तक अर्थात् $14\frac{1}{2}$ दिवस में यह दूरी $14\frac{1}{2}^{\circ}$ बढ़ जायगी। अतः यदि किसी अमावस्या को सूर्य राहु अथवा केतु के साथ है तो उससे पूर्व तथा पश्चात् आनेवाली पूर्णिमा को चन्द्रमा पात बिन्दु से $14\frac{1}{2}^{\circ}$ दूर रहेगा। अतः जब सूर्य अमावस्या को राहु अथवा केतु के समीपवर्ती हो तो एक सूर्यग्रहण भर होकर रह जायगा। इसके विपरीत जब सूर्य पूर्णिमा को राहु अथवा केतु के समीपवर्ती हो तो एक चन्द्रग्रहण तथा उसके पूर्व तथा पश्चात् की अमावस्याओं को सूर्यग्रहण संभव है, क्योंकि सूर्य की राहु अथवा केतु से दूरी $12\frac{1}{2}^{\circ}$ से कम होगी।

यदि सूर्य अमावस्या अथवा पूर्णिमा से दो दिवस पूर्व या पश्चात् राहु अथवा केतु के समीपवर्ती हो तो भी ऊपर लिखी अवस्था होगी। ऐसा सहज ही सिद्ध किया जा सकता है।

सूर्यग्रहण चन्द्रग्रहण से अधिक होते हैं, फिर भी किसी एक स्थान से अधिकांश सूर्यग्रहण दिखाई नहीं देते तथा चन्द्रग्रहणों की संख्या अधिक दीप्त पड़ती है।

सूर्यग्रहण ॥ चन्द्रमा वादल के टुकड़े की भाँति पश्चिम से पूर्व जाता हुआ पहले सूर्य के पश्चिम अंग को ढँकता है। अतः सूर्यग्रहण सूर्य के पश्चिम भाग से आरंभ होता है। चन्द्रग्रहण में चन्द्रमा पश्चिम से पूर्व जाता हुआ पृथ्वी की छाया में प्रवेश करता है। अतः चन्द्रग्रहण चन्द्रमा के पूर्व अंग से आरंभ होता है।

चन्द्रमा की भाँति अन्य ग्रहों के उपग्रहों का ग्रहण होता है। बृहस्पति के ग्रहण के अध्ययन से ही रोमर (Roemer) ने प्रकाश की गति को नापा। उपग्रहों की गति का न्यूटन के गुरुत्वाकर्षण के सिद्धान्त की पुष्टि तथा ग्रहनक्षत्रों की परस्पर दूरी की माप-जोम में महत्वपूर्ण स्थान रहा है।

तेरहवाँ अध्याय

प्राचीन तथा अर्वाचीन यंत्र

आकाशीय वस्तुओं की माप-जोख में प्रधानतः समय तथा दिशा का ठीक ठीक ज्ञान आवश्यक है। आकाशीय वस्तुओं की दिशा में दर्शक के स्थानान्तर से जो भेद होता है, उससे ही उनकी दूरी का अनुमान किया गया है।

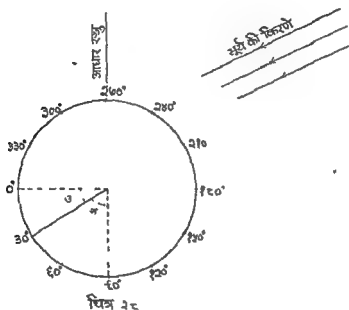
समय की माप के हेतु आधुनिक घड़ियाँ का व्यवहार करनेवाले यह भूल जाते हैं कि व्यावहारिक घड़ियों वेधशालाओं की घड़ियों से मिलाई जाती हैं तथा वेधशालाओं में घड़ियों का जल-मान ग्रह-नक्षत्रों की गति से ही निकाला जाता है। प्राचीन ज्योतिषियों की घड़ी किसी छोटे जलपात्र के नीचे छेद करके बननी थी। इसे किसी बड़े जल-मान में जल के ऊपर तैरने को छोड़ दिया जाता था। घड़ी का छिद्र ऐसा बनाया जाता था कि ग्रहोत्तर में यह ६० बार पानी में डूब जाय।

आधुनिक घड़ियाँ से पाठक परिचित होंगे ही। इनके बनाने में चेष्टा यही रहती है कि इनकी गति तापमान इत्यादि के अन्तर से बदलने न पाये। फिर भी इन घड़ियों की गति का प्रारम्भ में नक्षत्र-ग्रहों की गति से ही शुद्ध किया जाता है। वास्तव में समय की माप के लिए नक्षत्र-ग्रहों की स्थिति तथा उनकी गति की माप जोख आवश्यक है।

सूर्य अथवा अन्य ग्रह-नक्षत्रों का उन्नतता अथवा उनकी परस्पर दूरी की माप प्राचीन काल में प्रधानतः चक्र तथा यष्टि यंत्रों से होती थी। दूरबीक्षण यंत्र तथा सूक्ष्मबीक्षण यंत्र के न होने पर भी यह माप-जोख बड़ी सावधानी से की जाती थी। उस समय की माप जोख के फल तथा आधुनिक यंत्रों से माप जोख के फल में अंतर बहुत ही कम है। यह उस समय के ज्योतिषियों की कार्यकुशलता का प्रमाण है।

चक्रयंत्र एक चक्राकार घातुखंड अथवा काष्ठखंड होता था। इसके दोनों ओर के धरादल सम तथा एक दूसरे के समानान्तर होते थे। चक्र की परिधि ३६० अंशों में विभक्त होती थी। चक्रयंत्र अपनी परिधि से लगे हुए रज्जु अथवा शृङ्खला से लटकाया रहता था।

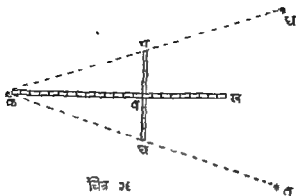
उसके केन्द्र से होकर आर-पार चक्र के धरातल पर लम्ब रेखा के रूप में एक शलाका की गनी चक्र की ध्रुवा होती थी। सूर्य का उन्नताश (Altitude) अथवा नताश (Zenith distance) निकालने के हेतु चक्र को उसकी आवाग-गृहला से धुमाङ्ग ऐसे स्थान पर लाया जाता जहाँ सूर्य चक्र के धरातल में आजाय अथवा चक्र की परिधि की छाया चक्र के धरातल पर न गिरे। ऐसे स्थान पर चक्र की ध्रुवा की छाया जिस बिंदु पर गिरे, उससे चक्र के निम्न बिंदु (अर्थात् आधार से उलटी दिशा में स्थित बिंदु) की दूरी सूर्य का नताश है, तथा उसका पूरक कोण सूर्य का उन्नताश है। चित्र २८ में यह अवस्था दर्शित है। चक्रवर्ग से चन्द्रमा का उन्नताश तथा नताश भी प्रायः इसी प्रकार निकाला जा सकता है।



चक्रयंत्र से सूर्य का मर्तांश एवं उन्नतांश की माप

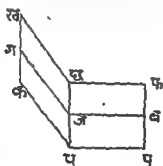
निसी तारा का नताश अथवा उन्नताश निम्नलिखित के लिए पहले चक्रयन को आधार के चतुर्दिक् घुमाकर ऐसे स्थान पर रखना होगा जहाँ से वह तारा चक्र के धरातल में दीप्त पड़े। फिर दर्शक चक्र के उस बिंदु पर कोई चिह्न लगा दे, जिसके तथा चक्र की ध्रुवा की सीध में वह तारा है। निसी तारा का उन्नताश जहाँ सबसे अधिक हो, वह चक्र की याम्योत्तर अवस्था होगी। इस अवस्था में मिन्यमिन्न नक्षत्रग्रह जिस अवधि के अंतर पर चक्र का धरातल पार करेंगे, वह उनका संचार भेद (Ascensional Difference) होगा।

प्राचीन काल में यष्टि तथा शंकु नामक सीपे ढंढों की सहायता से ही भिन्न-भिन्न विधियों से ग्रह-नक्षत्रों का उन्नतांश तथा राशि चक्र में उनकी स्थिति का ज्ञान प्राप्त किया जाता था। यष्टि को सूर्य अथवा तारा की दिशा में रखते थे। शंकु समतल भूमि अर्थात् क्षितिज के धरातल पर सम्यक् रूप होता था। शंकु की सहायता से दिशाओं का शुद्ध ज्ञान प्राप्त करने की विधि चौदहवें अध्याय में दी हुई है।



चित्र २६

चरित्र्यत्र में 'क ख' तथा 'च छ' ऐसे दो सीधे डंडों को लेते थे, जिनमें 'च छ' 'क ख' की अपेक्षा कुछ मोटा होता था। 'च छ' के मध्य में ऐसा छिद्र करते थे कि 'क ख' उसमें से होकर ठीक-ठीक निकल जाये तथा यैसी अवस्था में 'क ख' तथा 'च छ' एक दूसरे पर लम्ब हों। 'क ख' तथा 'च छ' दोनों ही समान भागी में चिह्नित कर दिये जाते थे। 'क ख' को 'च छ' से होकर तयतक हटाया जाता था जबतक 'क' से देखने पर 'च छ' के दोनों छोर क्रमशः ध्रुवतारा 'ध' तथा दृष्टतारा 'त' की सीध में न दिखाई पड़े। 'क ख' तथा 'च छ' के सम्गत बिंदु 'ब' से 'क' की दूरी तथा 'च छ' की लम्बाई जानकर कोण 'घ क छ' का ज्ञान हो सकता है। 60° अर्थात् एक समकोण में से इस कोण को घटाने से दृष्टतारा 'त' का अत्यन्त अर्थात् एगोलिक विषुव से दूरी का ज्ञान हो सकता है।

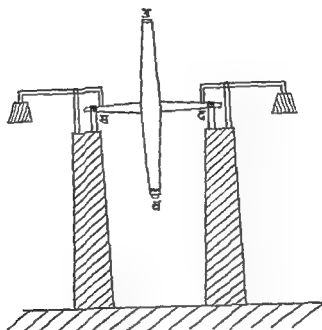


चित्र २७

शंकु-समूह

प्राचीन ज्योतिषियों का शङ्कु समतल भूमि पर लम्ब रूप में स्थित काष्ठ अथवा लौहदंड मात्र था। यदि सूर्य अथवा ध्रुव तारा से दिशाओं को शुद्ध करके 'क ख' 'च छ' तथा 'प फ' ये तीन शङ्कु इस प्रकार लगाये जायें कि 'क ख' 'च छ' के सीधे उत्तर हो तथा 'प फ' 'च छ' के सीधे पूरव हो तो शङ्कुओं को 'ख छ, छ फ, ग ज, ज ब' सीधे डंडों से

ये फलक दो स्थूल स्तम्भों पर जड़ होते हैं। फलक पर यंत्र का घूमना सहज हेतु उसके गुरुत्व का प्रतिफल नली के दोनों छोर से लगे हस्तन तथा भारदार हैं। चित्र-संख्या ३२ में पारगमन यंत्र के आवश्यक अंग दिखाये गये हैं।



चित्र ३२

पारगमनयंत्र

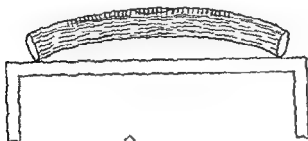
पारगमन यंत्र की शुद्ध अवस्था तब होती है जब (१) इसके दूरबीक्षण यंत्र की केन्द्रीय रेखा 'अ ब' इसकी भ्रमण ध्रुवा 'स द' पर लम्ब हो। (२) ध्रुवा 'स द' क्षितिज धरातल के समानान्तर हो। (३) ध्रुवा 'स द' ठीक ठीक पूर्व-पश्चिम दिशा में हो। पहली दशा पारगमन यंत्र के भ्रमण कक्ष को राशौल का परम मूल बना देती है। दूसरी दशा इस मडल को शिरोमण्डल बनाती है। तीसरी दशा में यह मडल दक्षिणोत्तर मडल हो जायगा।

पहली दशा के लिए यंत्र के चक्षुताल का स्थान तब तक उदलते रहता है जब तब किसी भी दूरस्थ वस्तु का स्थान यंत्र के दाहिने तथा बायें अंग को उलटफेर करने से पूर्ववत् ही रह जाय। दूसरी दशा समतल मापक यंत्र (Spirit Level) से शुद्ध की जाती है। इस यंत्र (चित्र ३३) में कोंच की धन्वाकार नली में किसी प्रकार का आसव भरकर उसमें हवा का एक बुलबुला रहने दिया जाता है। कोंच पर समान अन्तर पर चिह्न बने होते हैं। यदि किसी धरातल पर किसी भी दिशा में यंत्र को रखा जाय, पर उससे बुलबुले के स्थान में अन्तर न आये तो धरातल 'सम' है। इस यंत्र को पारगमन यंत्र 'स द' ध्रुवा पर

आठवों अध्याय	आकाश का दक्षिण भाग—अगस्त, अर्णवयान, त्रिशकु, वड़वा, भौंच, काकमुशुडि ।	३८-४०
नवों अध्याय	राशिचक्र, नक्षत्रकर्म एवं ग्रह	४१-४७
दसवों अध्याय	सौर परिवार, आर्यमट्ट से न्यूटन पर्यन्त ।	४८-६०
ग्यारहवों अध्याय	उल्का, धूमकेतु, आकाशगंगा ।	६१-६२
बारहवों अध्याय	उपग्रह, शृङ्खोन्नति तथा ग्रहण ।	६३-६७
तेरहवों अध्याय	प्राचीन तथा अर्वाचीन यंत्र ।	६८-७४
चौदहवों अध्याय	निग्रहन अर्थात् दिग्देश काल का निरूपण ।	७५-८५
पन्द्रहवों अध्याय	लम्बन तथा भुजायन, ताराश्चा की दूरी ।	८६-९४
सालहवों अध्याय	विश्व विधान, सूर्यसिद्धान्त से आइन्स्टाइन पर्यन्त ।	९५-१०५
परिशिष्ट		
(क) पारिभाषिक शब्द-कोष		१०७-१०९
(ख) सहायक ग्रन्थ		११०
अनुक्रमणिका		१११
शुद्धिपत्र		११८



दूरबीण यंत्र के आधार रखते हैं तथा बुलबुले के स्थान को देख लेते हैं। फिर समतल एक को घुमा कर दाहिने-बाएँ भागा में उलट फेर करके पुनः बुलबुले के स्थान को देखते



चित्र 33

समतल मापक यंत्र

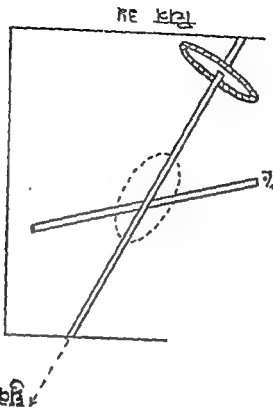
हैं। पारगमन यंत्र में ध्रुवा 'सद' के स्थान में परिवर्तन की व्यवस्था रहती है तथा यह परिवर्तन तब तक किया जाता है जबतक समतल मापक यंत्र से ध्रुवा 'सद' शुद्ध समधरातल पर न आ जाय।

'सद' को शुद्ध पूर्व-पश्चिम दिशा में करने के लिए पारगमन यंत्र के दूरबीण को उत्तर दिशा में खगोलिक ध्रुव के समीप किसी नक्षत्र की ओर किया जाय, जो उस अक्षांश में कभी अस्त न होता हो। ऐसे नक्षत्र का उपरिगमन, अधोगमन तथा पुन उपरिगमन का समय पारगमन यंत्र द्वारा देखा जाय। यदि उपरिगमन से अधोगमन का समय अथवा गमन से उपरिगमन के समय के समान है तो पारगमन यंत्र की तृतीय दशा शुद्ध है। अन्यथा यंत्र में दिये हुए छावना द्वारा इस दशा को शुद्ध करना होगा।

ऊपर लिखे प्रकार शुद्ध करने पर भी यंत्र में कुछ अशुद्धि रह जाती है, जिसे ज्योतिषीय पर्यवेक्षण द्वारा ही शुद्ध किया जाता है। इसका विस्तृत विवरण पुस्तक के लक्ष्य से गहर है।

'मितिचक्र' (Mural Circle) उद्धृष्ट पारगमन यंत्र के साथ-साथ लगा रहता है। इसमें दूरबीण यंत्र दक्षिणोत्तर मिति के पार्श्व में उसके समानान्तर अग्रण करता है तथा मिति पर किये गये चिह्न द्वारा पारगमन काल में आकाशीय वस्तुओं का नताय (Zenith Distance) मापा जा सकता है। अलतिज यंत्र (Altazimuth) (चित्र ३४) में दूरबीण की ध्रुवा 'सद' साथ मितिचक्र की धरातल में अग्रण करती है तथा दक्षिणोत्तर स्थिति से वायव्यान्तर दितिचक्र की धरातल में स्थित एक चक्र द्वारा प्राप्त होता है। दूरबीण के दोनों पार्श्व में चिह्नित चक्र रहते हैं, जिससे पर्यवेक्षित वस्तु के उन्नतांश अथवा नताय प्राप्त हो सकते हैं।

चित्र ३७

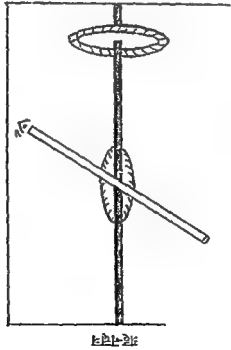


चित्र ३७ में दर्शाया है।

चित्र ३७ के लिए

चित्र ३७ (चित्र ३७) में चित्र ३७ का अर्थ समझाया गया है। चित्र ३७ में चित्र ३७ के लिए

चित्र ३८

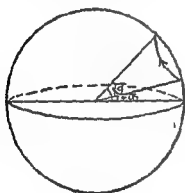


चित्र ३८

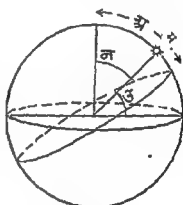
चौदहवाँ अध्याय

त्रिग्रहण अर्थात् दिग्देश काल का निरूपण

किसी भी स्थान के लिए सूर्योदय, सूर्यास्त, चन्द्रोदय, चन्द्रास्त श्रुतुपरिवर्तन, आदि का समय जानने के निमित्त उस स्थान का अक्षांश जान लेना आवश्यक है। ध्रुवतारा को देखकर अक्षांश का लगभग ठीक अनुमान हो सकता है। वास्तव में खगोलिक ध्रुव तथाकथित ध्रुवतारा से कुछ हटकर है। अक्षांश का शुद्धमान किसी ध्रुव समीपक नक्षत्र के उपरिगमन तथा अधोगमन काल के उन्नतांशों के योग का आधा होता है। दिन में यदि सूर्य का अपक्रम ज्ञात हो तो सूर्य के उपरिगमन काल के उन्नतांश (अथवा नतांश) से भी स्थानविशेष के अक्षांश का ज्ञान हो सकता है।



चित्र ३६



चित्र ३७

चित्र ३६ में ध्रुव समीपक नक्षत्र के उपरिगमन तथा अधोगमन काल के उन्नतांश $\angle ख$ तथा $\angle क$ है, तो स्थान विशेष का अक्षांश $\frac{\angle क + \angle ख}{२}$ हुआ। इसी भाँति यदि सूर्य के उन्नतांश तथा नतांश क्रमशः $\angle उ$ तथा $\angle न$ है, अपक्रम (Declination) $\angle म$ है तथा स्थान विशेष का अक्षांश अ है एवं उत्तर अपक्रम तथा अक्षांश को + तथा दक्षिण अपक्रम तथा अक्षांश को — माना जाय, तो $\angle अ = \angle न + \angle म$

$$\angle न + \angle उ = ९०^{\circ} \text{ (चि० ३७)}$$

‘सूर्य सिद्धान्त’ में स्थान विशेष का अक्षांश निकालने की निम्नलिखित विधि दी हुई है। जल द्वारा संशुद्ध सम धरातल रूप प्रस्तर सड़ पर अथवा चूना इत्यादि से ठोस

पर होने से) यदि शत्रु का मान बारह हो तो दिनार्ध (Midday) की छाया के मान का उस स्थान की विपुल्यमा अथवा पलमा कहते हैं।

अ २ स समकोण त्रिभुज में कोण २ समकोण है तो काण स की अपेक्षा 'अ२' अत्र रेखा का भुजा, '२-स' को काटि तथा 'अ-स' को कर्ण कहते हैं।

अनुपात $\frac{\text{अ२}}{\text{अस}}$ काण स की ज्या (Sine) है।

अनुपात $\frac{\text{वस}}{\text{अस}}$ कोण स की कोज्या (Cosine) है।

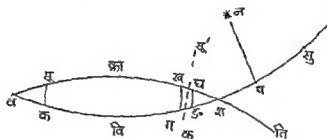
अनुपात $\frac{\text{अ२}}{\text{२स}}$ कोण स की स्पर्शज्या (Tangent) है।

सूर्य के वैपुल्य स्थान की पलमा में कर्ण से भाग देने से स्थानविशेष के अक्षांश की ज्या प्राप्त होती है। इसी प्रकार शत्रु में वैपुल्य दिनार्ध के कर्ण को भाग देने से अक्षांश की कोज्या प्राप्त होती है। सूर्य के अन्य स्थानों में दिनार्ध की छाया में उसके कर्ण से भाग दे, तो सूर्य के नतांश (Zenith Distance) की ज्या (Sine) प्राप्त होगी। सूर्य का अपक्रम ज्ञात हो तो वैपुल्य दिनार्ध के नतांश में अपक्रम न्यून करने से स्थानविशेष का अक्षांश प्राप्त हो सकता है। यदि सूर्य का अपक्रम ज्ञात न हो तो पहले उस स्थान का अक्षांश जानकर फिर इस रीति से सूर्य का अपक्रम ज्ञात हो सकता है। सूर्य का अपक्रम प्राप्त करने की आधुनिक रीति भित्ति चक्र द्वारा है जिससे खगोलिक ध्रुव तथा सूर्य का स्थान जान कर दोनों का कोणीयांतर तथा उससे फिर खगोलिक विपुल्य से सूर्य का अपक्रम प्राप्त हो सकता है।

आधुनिक तथा प्राचीन दोनों ही विधियाँ में सूर्य का वैपुल्य स्थान अर्थात् वसंत तथा शरत् सपात के ठीक ठीक समय अथवा उस समय खगोल में सूर्य की स्थिति का ज्ञान आवश्यक है। इस अवस्था के जानने से ही कालविशेष में सूर्य का अपक्रम तथा भिन्न अक्षांशों में दिनरात का मान ज्ञात हो सकता है। सूर्य सिद्धान्त में साप्ताहिक बिन्दु की स्थिति निश्चित करने की निम्नलिखित विधि दी हुई है। उपर्युक्त विधि से समयविशेष पर सूर्य का अपक्रम प्राप्त करने के लिए इसकी ज्या को सूर्य के परमापक्रम अर्थात् विपुल्य एवं क्रांति वृत्त के परस्पर कोणीयांतर की ज्या से भाग देना होगा। भागफल सूर्य के भुक्तांश अर्थात् वसंत सपात से कोणीयांतर की ज्या के समान होगा। (सूर्य सिद्धान्त ३/१८)

चित्र ४० में यदि क दर्शक का स्थान है स सपात बिन्दु है तथा स-सू एवं स-वि क्रमशः क्रांति वृत्त एवं विपुल्यवृत्त के अंश हैं तथा समयविशेष पर सूर्य का स्थान सू है तो यदि स ल ऋतु रेखा का स ऋतु रेखा पर लग्न हो तथा ल में विपुल्यवृत्त के धरातल पर लग्न हो, तो कोण ल म क

इसी भाँति सूर्य का उत्तर अथवा दक्षिण दिशा में जो परमापक्रम होगा, वहीं क्रांतिवृत्त एवं विषुववृत्त का कोणीयान्तर है। परमापक्रम की अवस्था में बहुत काल तक सूर्य का अपक्रम एक समान रहता है, अतएव इसे मापना सहज है। आधुनिक विधियाँ में फ्लामस्टीड की वसंत तथा शरत्पत के निश्चित करने की प्रसिद्ध रीति निम्नलिखित है। चित्र ४१ में पश्चिम में नाडी मलय है तथा वक्राश्रित क्रांति-वलय है। व तथा श क्रमशः वसंत तथा शरत्पत हैं। न एक नक्षत्र विशेष है। वसंत सपात के समीप १२ स्थान पर सूर्य का



चित्र ४१

अपक्रम 'सू' तथा सूर्य एव मनोनीत नक्षत्र का लकोदयान्तर (Difference in Right Ascension) अर्थात् चाप कप मापे गये। शरत्सपात के समीप पहुँच कर नित्य सूर्य रा अपक्रम (अथवा दिनार्ध म सूर्य रा नताश) मापा जाय ता एक समय ऐसा आयगा, जब एक दिन ख बिंदु पर अपक्रम (अथवा दिनार्ध नताश) 'सू' से अधिक (या न्यून) तथा दूसरे दिन व बिन्दु पर उचरो न्यून (या अधिक) हो जायगा। इन दोना स्थाना (ख तथा घ) से भी सूर्य तथा मनोनीत नक्षत्र का लकोदयान्तर निकाला जाय। यदि ये तीना लकोदयान्तर प्रमश व, ल, र हे तथा सू एव व स्थाना म सूर्य क दिनार्ध नताश च, छ, ज हैं और यदि सू' क अवस्था में सूर्य का दिनार्ध नताश सू, क अवस्था क समान हो तो सू' स्थान तथा 'न' नक्षत्र का लकोदयान्तर 'ह' निम्नलिखित रूप म प्राप्त हागा।

$$\frac{\text{रक}}{\text{गड}} = \frac{\text{छ-व}}{\text{छ-ज}}$$

$$\text{अतएव ह} = \text{पग} - \text{गक}' = \text{पग} - \text{गड} \frac{\text{छ} - \text{च}}{\text{छ} - \text{ज}}$$

$$\therefore I = L - (L - r) \frac{L - C}{L - J}$$

यक = शक'

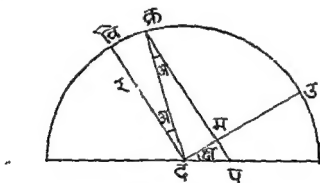
वश = ₹८०^०

प्रश्न - रेखांक = क व' = त - ह

अतः १८०° - २ वक्र = त - ह

$$\therefore \text{वक्र} = 60^\circ - \frac{1-2}{2}$$

किसी क्षण विशेष पर जो नक्षत्र अथवा ग्रह दर्शक के दक्षिणोत्तर मंडल पर रहते हैं, उनका संचार को दक्षिणोत्तर मंडल का संचार कहते हैं। यदि संचार को असुओं में लिखा जाय तो यही स्वस्तिक अर्थात् शिरोविन्दु का ग्रह है, अतः इसे स्वासु भी कहते हैं। इसी प्रकार दक्षिणोत्तर-मंडल क्रान्तिवलय को जिस बिंदु में छेदता है, उस बिंदु के भोग को मध्यलग्न (Culminating point of Ecliptic सि० शो० २६) कहते हैं। पूर्व क्षितिज तथा पश्चिम क्षितिज पर क्रान्तिवलय के जो बिन्दु हैं, उनके भोग को क्रमशः उदयलग्न (Ascending point) अथवा केवल लग्न तथा अस्त लग्न (Descending point) कहते हैं। उदयलग्न से ९०° की दूरी पर क्रान्तिवलय का उच्चतम बिंदु होता है। उसके भोग का दक्षेपलग्न (Nonagesimal) कहते हैं। दक्षेपलग्न के मंडल को दक्षेप वृत्त कहा है। दक्षेप बिन्दु का नताश स्वस्तिक का शर है। उसकी ज्या को दक्षेप कहते हैं। स्थान विशेष अक्षांश की ज्या को अक्षज्या (Sine of Latitude) कहते हैं। इसी प्रकार अक्षांश की कोटिज्या का अक्षकोज्या अथवा लम्बज्या (Sine of Coaltitude) कहते हैं। क्रान्तिवलय पर स्थित किसी तारा के अपक्रम की अक्षज्या का मान ही उस तारा के ग्रहोरात्र वृत्त (Diurnal Circle) का अर्ध विष्क्रम (अर्ध व्यास) होगा। अक्षज्या तथा अपक्रम ज्या के गुणनफल को अपक्रम कोज्या तथा अक्षकोज्या के गुणनफल से भाग दें तो लम्ब का मान अर्ध विष्क्रम तथा तारा विशेष के ग्रहोरात्र के अन्तर के अर्धोश की ज्या के समान होगा।



चित्र ४३

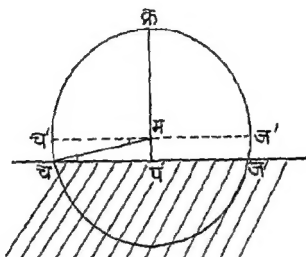
चित्र ४३ में विक्रिउ याम्पोत्तर मंडल है। र यदि गोल का अर्धव्यास है, क तारा है, उसका अपक्रम 'अ' है 'अ' दर्शक या अक्षांश है, तो अर्ध विष्क्रम

$$\text{मम} = र \times \text{को (अ)}$$

$$\text{दम} = र \times \text{ज्या (अ)}$$

$$\frac{\text{मम}}{\text{दम}} = \frac{\text{ज्या (अ)}}{\text{को (अ)}}$$

क्र तारा के वृत्त की स्थिति क्षितिज की अपेक्षा इस प्रकार होगी। (देखिए चित्र ४४)



चित्र ४४

यदि तारा के ग्रहोत्तर में अंतर $२ \times मु$ है, जहाँ २४ घटा को ३६०° के बराबर मानकर मु का कोणमान निकाला गया हो, तो ग्रहोत्तर के अर्धोत्त की ज्या

$$\text{ज्या (स)} = \frac{२ \times \text{ज्या (अ)} \times \text{ज्या (ज)} }{२ \times \text{का (अ)} \times \text{को (ज)}}$$

यही क्रान्तिबलय स्थित तारा विशेष के संचार अथवा लकादय (ज) तथा देशोदय काल अर्थात् अक्षाया (ज) के उदयकाल, के अंतर की ज्या है। विषुव रेखा पर $ज = ०$, के हैं अतः यह अंतर भी शून्य हो जाता है। इस घट की सहायता से किसी भी स्थान विशेष के लिए भिन्न भिन्न राशियों के उदय तथा अस्त का समय निकाला जा सकता है, क्योंकि क्रान्ति बलय स्थित इन राशियों के आरम्भ बिंदु का अपक्रम अ तथा स्थान का अक्षाया ज ये दोनों ही बात हो सकते हैं।

प्राचीनकाल में शकु की छाया तथा जल की घटिका से ही समय की माप की जाती थी। वास्तव में इस रीति से समय का नहीं, पर दिनविशेष को सूर्य का दक्षिणोत्तर वृत्त से कोणीयान्तर अथवा समय के दो रीडों के अनुपात का ज्ञान हो सकता था। समय का स्वाभाविक मापदंड 'सावन दिवस' अथवा एक सूर्योदय से दूसरे सूर्योदय तक का समय है, पर इस समय में सूर्य के क्रान्तिमार्ग अक्षण के कारण सदा अंतर हुआ करता है। नाक्षत्र ग्रहोत्तर अर्थात् वसंत-समाप्तिक बिंदु (अथवा किसी नक्षत्र विशेष) के एक लंकोदय (अथवा पारगमन)